

Säteilyn käyttö ja muu säteilylle altistava toiminta

Vuosiraportti 2015

Riikka Pastila (toim.)

Säteilyn käyttö ja muu säteilylle altistava toiminta

Vuosiraportti 2015

Riikka Pastila (toim.)

Tämän raportin laadintaan ovat osallistuneet

Ritva Bly

Santhu Hellstén

Hannu Järvinen

Sampsa Kaijaluoto

Anne Kiuru

Päivi Kurttio

Atte Lajunen

Maaret Lehtinen

Jukka Liukkonen

Teemu Siiskonen

Eija Venelampi

Petri Sipilä

Tommi Toivonen

Reijo Visuri

ISBN 978-952-309-318-8 (pdf)

ISSN 2243-1896

PASTILA Riikka (toim.). Säteilyn käyttö ja muu säteilylle altistava toiminta. Vuosiraportti 2015. STUK-B 202. Helsinki 2016. 35 s. + liitteet 12 s.

Avainsanat: säteilyn käyttö, säteilytoiminta, turvallisuuslupa, luvasta vapautettu toiminta, säteilyn käytön tarkastukset, säteilylähteet, radioaktiiviset aineet, radioaktiiviset jätteet, työntekijöiden säteilyannokset, luonnonsäteily, ionisoimaton säteily, mittanormaalit, säännöstötyö, tutkimus, kotimainen ja kansainvälinen yhteistyö, viestintä, palvelut, poikkeavat tapahtumat

Tiivistelmä

Vuoden 2015 lopussa ionisoivan säteilyn käyttöä varten oli voimassa noin 3 200 turvallisuuslupaa, jotka sisälsivät 1.9.2014 luvanvaraiseksi muuttuneen hammasröntgentoimintaan myönnettyt luvat (noin 1 600 toiminnanharjoittajaa). Säteilyn käyttöä valvottiin käyttöpaikkoihin tehdyillä säännöllisillä tarkastuksilla, hammasröntgentoimipaikkoihin postitse lähetetyillä testipaketeilla ja annosrekisterin ylläpidolla. Vuonna 2015 STUK teki 599 turvallisuuslupan alaisen toiminnan tarkastusta. Korjausmääräyksiä annettiin tarkastuksissa 726 kappaletta. Lisäksi julkaistiin säteilyturvallisuusohjeita ja tehtiin valvontaa tukevaa tutkimusta.

Annostarkkailussa oli vuonna 2015 yhteensä 10 800 säteilytyötä tekevää työntekijää. Annoskirjauksia tehtiin STUKin ylläpitämään rekisteriin lähes 69 000 kappaletta.

Vuonna 2015 ionisoimattoman säteilyn (NIR) käytön valvonta kohdistui lasereihin, solariumeihin, radiolaitteisiin ja kosmeettisiin NIR-sovelluksiin. Valvonnassa puututtiin 18 kertaa vaarallisen laserlaitteen kauppaan tai maahantuontiin. Showlasertarkastuksia tehtiin käyttöpaikoilla seitsemän kappaletta. Kuntien terveydensuojeluviranomaiset lähettivät tiedot 17 solariumin käyttöpaikkatarkastuksesta STUKin arvioitavaksi ja päätettäväksi. Tämän lisäksi neljä solariumien käyttöpaikka tarkastettiin paikan päällä. Langattomien päätelaitteiden markkina- ja valvonnassa testattiin 14 päätelaitetta.

Mittanormaalityöinnässä kansallisia mittanormaaleja pidettiin yllä sädehoidon, säteily-suojelun sekä röntgenkuvantamisen säteilymittarien kalibrointeihin. Mittausvertailuissa STUKin mittanormaallaboratorion tulos oli selvästi hyväksyntärajojen sisällä. Ulkoisissa arvioinneissa laboratorion todettiin täyttävän kansalliselle mittanormaallaboratoriolle asetetut vaatimukset.

Vuonna 2015 sattui 98 säteilyn käyttöön liittyvää poikkeavaa tapahtumaa. Tapahtumista 30 koski säteilyn käyttöä teollisuudessa ja tutkimuksessa, 64 säteilyn käyttöä terveydenhuollossa ja 4 ionisoimattoman säteilyn käytössä. Terveysturvallisuudesta ilmoitettiin lisäksi 755 turvallisuusmerkitykseltään vähäisemmäksi arvioitua tapahtumaa.

Sisällysluettelo

TIIVISTELMÄ	3
JOHDON KATSAUS	5
1 YLEISTÄ	7
1.1 Tärkeimmät tunnusluvut	7
2 IONISOIVAN SÄTEILYN KÄYTÖN VALVONTA	10
2.1 Säteilyn käyttö terveydenhuollossa, hammaslääketieteessä ja eläinlääketieteessä	10
2.2 Säteilyn käyttö teollisuudessa, tutkimuksessa ja opetuksessa	12
2.3 Turvallisuusluvan alaisen säteilytoiminnan tarkastukset	14
2.4 Radioaktiivisten aineiden tuonti, valmistus ja vienti	15
2.5 Työntekijöiden säteilyannokset	15
2.6 Hyväksyntäpäätökset ja pätevyyksien toteaminen	17
2.7 Radioaktiiviset jätteet	17
2.8 Poikkeavat tapahtumat	17
3 LUONNONSÄTEILYLLE ALTISTAVAN TOIMINNAN VALVONTA	23
3.1 Radon tavanomaisilla työpaikoilla	23
3.2 Radon maanalaisilla kaivoksilla ja louhintatyömailla	23
3.3 Rakennusmateriaalien radioaktiivisuus	23
3.4 Talousveden aktiivisuus	24
3.5 Muu luonnonsäteilyn valvonta	24
4 IONISOIMATTOMAN SÄTEILYN KÄYTÖN VALVONTA	25
4.1 Yleistä	25
4.2 UV-säteilyä tuottavien laitteiden valvonta	25
4.3 Laserien valvonta	26
4.4 Sähkömagneettisia kenttiä tuottavien laitteiden valvonta	26
4.5 Kosmeettisen NIR-sovellusten valvonta	26
4.6 Muut tehtävät	26
4.7 Poikkeavat tapahtumat	26
5 SÄÄNNÖSTÖTYÖ	28
6 TUTKIMUS	29
7 KANSAINVÄLINEN YHTEISTYÖ	31
8 KOTIMAINEN YHTEISTYÖ	32
9 VIESTINTÄ	33
10 MITTANORMAALITOIMINTA	34
10.1 Yleistä	34
11 PALVELUT	35
LIITE 1 TAULUKOT	36
LIITE 2 JULKAISUT VUONNA 2015	44
LIITE 3 ST-OHJEET	47

Johdon katsaus

Säteilyturvakeskuksen (STUK) Säteilytoiminnan valvonta -osasto (STO) toimii ionisoivan ja ionisoimattoman säteilyn valvontaviranomaisena, tekee säteilyn käyttöön liittyvää valvontaa tukevaa tutkimusta ja ylläpitää ionisoivan säteilyn mittanormaaleja. Valvontaan kuuluvat turvallisuuslupa-, hyväksyntä- ja rekisteröintimenettelyt, säteilyn käyttöpaikoille tehtävät tarkastukset, markkinavalvonta ja työntekijöiden säteilyannosvalvonta.

Säteilytoiminnan turvallisuuden kokonaistila on ollut vuonna 2015 Suomessa hyvä. STUK kerää tietoa säteilytoiminnasta ja seuraa niitä signaaleja, joiden perusteella turvallisuustilanteeseen on reagoitava hyvän tason säilyttämiseksi.

Euroopan unionin neuvoston ionisoivan säteilyn vaaroilta suojautumista koskeva uusi direktiivi tuli voimaan vuoden 2014 alussa. Direktiivin kansalliseen voimaansaattamiseen on aikaa neljä vuotta ja sen vaatimukset on lisättävä lainsäädäntöön 6.2.2018 mennessä. Sosiaali- ja terveysministeriö käynnisti säteilylain uudistusprosessin vuoden 2015 alussa. Säteilylain uudistaminen on tarpeen Euroopan unionin neuvoston uuden säteilysuojeludirektiivin voimaansaattamiseksi, nykyisen säteilylain virtaviivaistamiseksi ja nykyisen perustuslain huomioimiseksi kaikilta osin. STUKissa on priorisoitu säteilylain uudistus tärkeänä hankkeena. STUKissa perustettiin lain uudistustyötä varten projekti, joka tuottaa säteilylain ja alemman tason säädöksiin tekstiluonnokset. Projektin osana tehtiin henkilöresurssien uudelleenjärjestelyjä, jotta varmistuttaisiin, että säteilylaki saadaan tavoiteaikataulussa valmiiksi.

Ionisoivan säteilyn käytössä annostarkkailussa oli vuonna 2015 yhteensä 10 800 säteilytyötä tekevää työntekijää, joista lähes 8 000 henkilöä osallistui säteilytyöhön ja loput ydinenergian käyttöön. Kenenkään työntekijän efektiivinen annos ei vuonna 2015 ylittänyt työntekijöiden vuosiannosrajaa eikä viiden vuoden ajanjaksolle asetettua annosrajaa.

Säteilyn käytössä raportoitiin STUKille vuonna 2015 vähemmän poikkeavia tapahtumia kuin edellisenä vuonna. Ilmoitettujen tapahtumien määrän lasku johtuu pääosin uudesta käytännöstä, jonka mukaan säteilyturvallisuusmerkitykseltään vähäisemmät tapahtumat terveydenhuollossa voidaan ilmoittaa kootusti tiettyjen kategorioiden mukaisesti kalenterivuosittain. Tällaisia tapahtumia ilmoitettiin 755 kappaletta. Ilmoitetuista oli merkityksellisin tapahtuma, jossa laitevian vuoksi kuvattiin joukko potilaita liian suurella säteilymäärällä. Yksittäisen potilaan altistus oli kuitenkin selkeästi pienempi kuin väestön yksilölle asetettu vuosiannosraja, mutta tapahtuman kohdistuessa suureen henkilömäärään sen merkitys on huomionarvoinen.

Terveydenhuollossa ovat lisääntymässä PET-TT-kuvaukset, joihin tarvitaan lyhytikäisiä radioaktiivisia isotooppeja merkkiaineiksi. PET-TT-kuvaukset ovat tärkeitä erityisesti syöpähoitojen suunnittelussa ja hoidon vaikutusten seurannassa. Isotooppien valmistukseen käytettäviä uusia hiukkaskiihdyttimiä otetaan käyttöön useammassa toimipaikassa. Kuluneen vuoden aikana valmistui uusi kiihdytinlaboratorio Turkuun ja vuoden 2016 aikana valmistellaan uusia kiihdyttimiä Kuopioon ja Helsinkiin. Alue on ollut STUKin valvontatyössä haasteellinen henkilövaihdosten vuoksi, mutta tietotaidon siirtämisessä uusille asiantuntijoille on onnistuttu hyvin.

Suomen merkittävin materiaalien tutkimukseen keskittyvä radioaktiivisia aineita käsittelevä laboratorio kokonaisuus on muutoksen alla VTT:llä Otaniemessä. Uudet tilat ovat valmistumassa Ydinturvallisuustaloon vuoden 2016 aikana. Nykyisten tilojen käytöstä poisto on valmisteilla. Käytöstä poisto radioaktiivisten aineiden ja kontaminoituneiden materiaalien käsittelyineen on tässä mitta-

kaavassa uutta Suomessa. STUK on valmistautunut muutoksen valvontaan tiivistämällä yhteistyötä STUKin sisällä eri osastojen kesken ja käymällä toimintoihin liittyviä turvallisuusvaatimuksia läpi VTT:n kanssa.

STUK tiivistä yhteistyötä muiden vaarallisten aineiden kuljetuksia valvovien viranomaisten kanssa mm. osallistumalla viranomaisryhmän kokouksiin. Lisäksi TRAFIn kanssa tehtiin yhteistarkastus koskien lentokuljetuksia.

Matkapuhelinten ja muiden sähkömagneettisen säteilyn lähteiden epäiltyjen terveysvaikutusten ympärillä käytiin vilkasta keskustelua. STUK vastasi satoihin puhelimitse ja sähköpostitse tulleeisiin kansalaiskyselyihin aiheesta. Ionisoimattoman säteilyn valvonnan alueella oli korostetusti esillä erilaiset lasereiden käyttöön perustuvat kuluttajatuotteet ja laserien kosmeettisten sovellusten valvonta. Globaalisti vapautuva tuotteiden kauppa yli rajojen tuottaa haasteita alan turvallisuusvalvonnalle. Kuvaavaa tilanteelle on, että luvattomia laseresityksiä ja vaatimusten vastaisia efektilasereita havaittiin aiempaa enemmän.

Heinäkuun alussa 2015 päättyi 1.7.2012 voimaantulleeseen säteilylain muutoksen siirtymäaika, joka velvoittaa solariumpalvelujen tarjoajat muun muassa nimeämään vastuuhenkilön valvomaan, että alaikäiset eivät pääse käyttämään solariumia. STUK valvoi lakimuutoksen noudattamista aktiivisella seurannalla, yhteistyöllä terveydensuojeluviranomaisten kanssa ja kansalaisyhteydenottojen perusteella. Monet itsepalvelusolariumit jatkoivat toimintaansa lakimuutoksesta huolimatta ja valvonta työllisti STUKin asiantuntijoita merkittävästi vuoden 2015 loppupuolella.

Vuoden 2015 aikana oli turvallisuuslupa- ja muissa hakemuksissa ajoittain ruuhkautumista. Keskimääräinen käsittelyaika pysyi kuitenkin hyvin tavoitteiden mukaisena. Tavoiteajan ylittyminen joissakin tapauksissa johtui väliaikaisesta resurssien vajauksesta, johon suurin vaikuttaja oli lainsäädäntötyö. Terveydenhuollon yrityskentän uudelleenjärjestelyihin liittyvät lupahakemukset olivat myös tavanomaista haasteellisempia, joka omalta osaltaan pidensi käsittelyaikoja.

STUKin kansallisen mittanormaallilaboratorion toiminnan arvioitiin selvästi täyttävän toiminnalle asetetut vaatimukset. Arvioitsijana toimi Mittatekniikan keskus MIKES. Laboratorion laadun varmistamiseksi laboratorio osallistuu säännöllisesti kansainvälisiin mittausvertailuihin. Vuoden 2015 vertailutulokset olivat hyvät.

STUK oli mukana useissa eurooppalaisissa tutkimushankkeissa, joiden tuloksena saadaan mm. Euroopan komission suosituksia säteilyn käyttöön terveydenhuollossa. STUK oli mukana EU:n projektissa (PiDRL), jossa valmisteltiin potilaan säteilyaltistuksen vertailutasoja koskeva EU:n ohje lasten röntgentutkimuksille ja toimenpiteille. Suomessa annetut lasten röntgentutkimusten vertailutasot ovat samaa suuruusluokkaa tai pienemmät kuin muissa EU-maissa keskimäärin. Suomessa käyttöönotettu vertailutasokäyrämenettely esitetään EU-ohjeessa yhtenä vaihtoehtona. EU:n ohje julkaistaan vuonna 2016. STUKin tavoitteena on tehdä tutkimusyhteistyötä kotimaisten yhteistyökumppaneiden kanssa aiempaa enemmän, jotta voidaan taata ajanmukainen tiedonsaanti ja korkealaatuinen asiantuntemuksen taso koko toimialalla.

1 Yleistä

Säteilyn käytöllä tarkoitetaan säteilylaitteiden ja radioaktiivisten aineiden käyttöä, valmistusta ja kauppaa sekä näihin liittyviä toimintoja, kuten hallussapitoa, säilyttämistä, huoltoa, korjausta, asennusta, maahantuontia, maastavientiä, varastointia, kuljetusta ja radioaktiivisen jätteen vaarattomaksi tekemistä. Säteilytoiminnalla tarkoitetaan säteilyn käyttöä ja lisäksi sellaista toimintaa tai olosuhdetta, jossa luonnonsäteilystä ihmiseen kohdistuva säteilyaltistus aiheuttaa tai saattaa aiheuttaa terveydellistä haittaa.

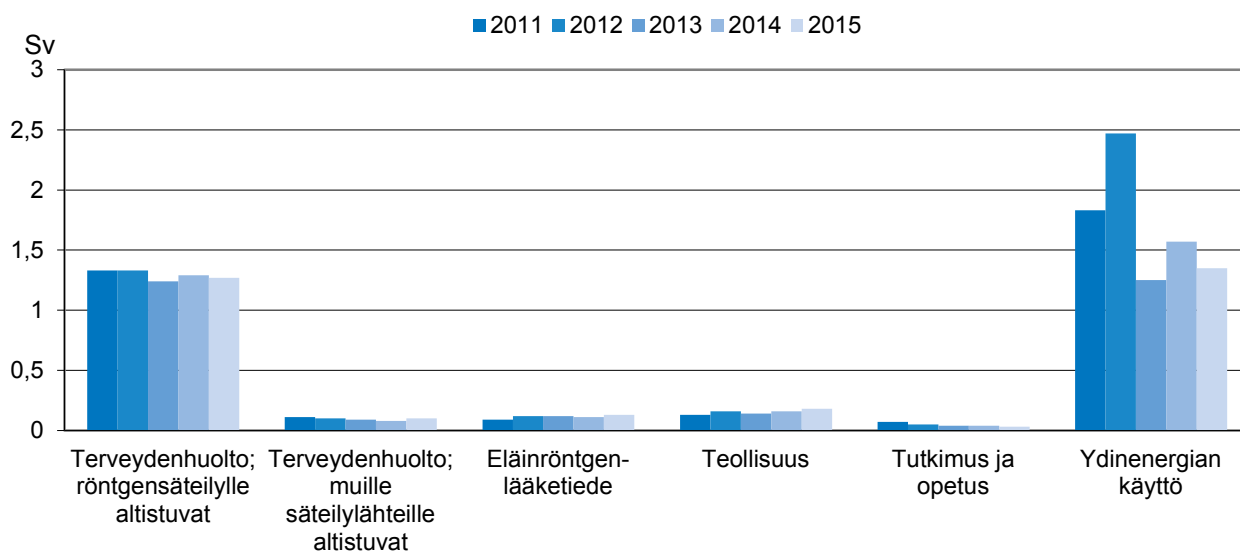
Säteilyllä tarkoitetaan sekä ionisoivaa että io-

nisoimatonta säteilyä.

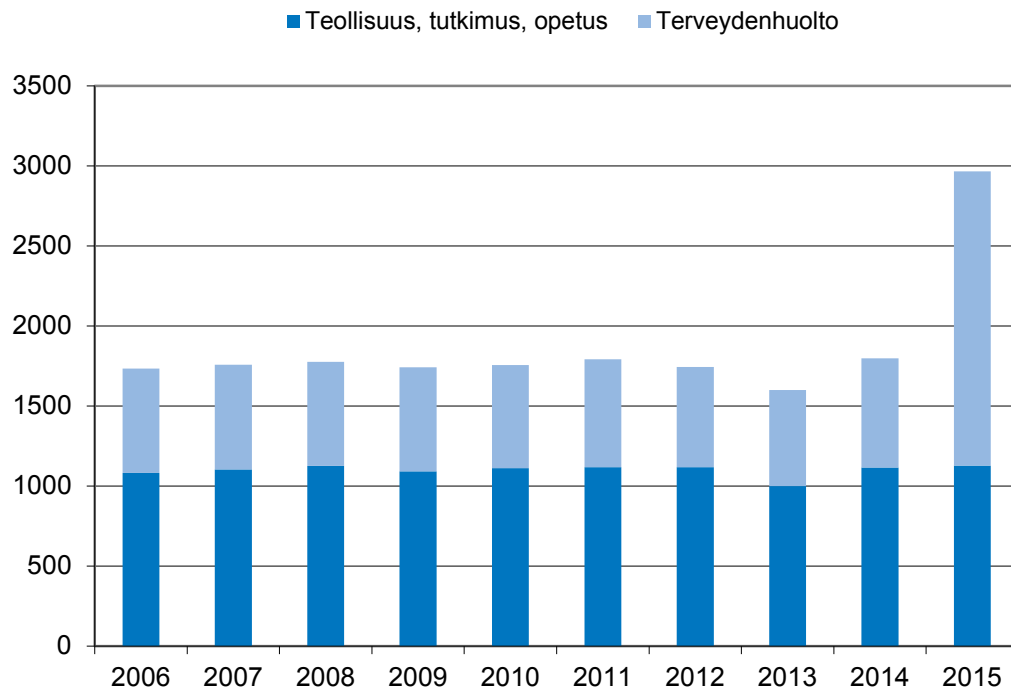
Säteilyn käytön ja muun säteilylle altistavan toiminnan valvonnasta vastaa Suomessa STUKin Säteilytoiminnan valvonta -osasto (STO) sekä muun luonnonsäteilyn kuin kosmisen säteilyn osalta STUKin Ympäristön säteilyvalvonta -osasto (VALO).

1.1 Tärkeimmät tunnusluvut

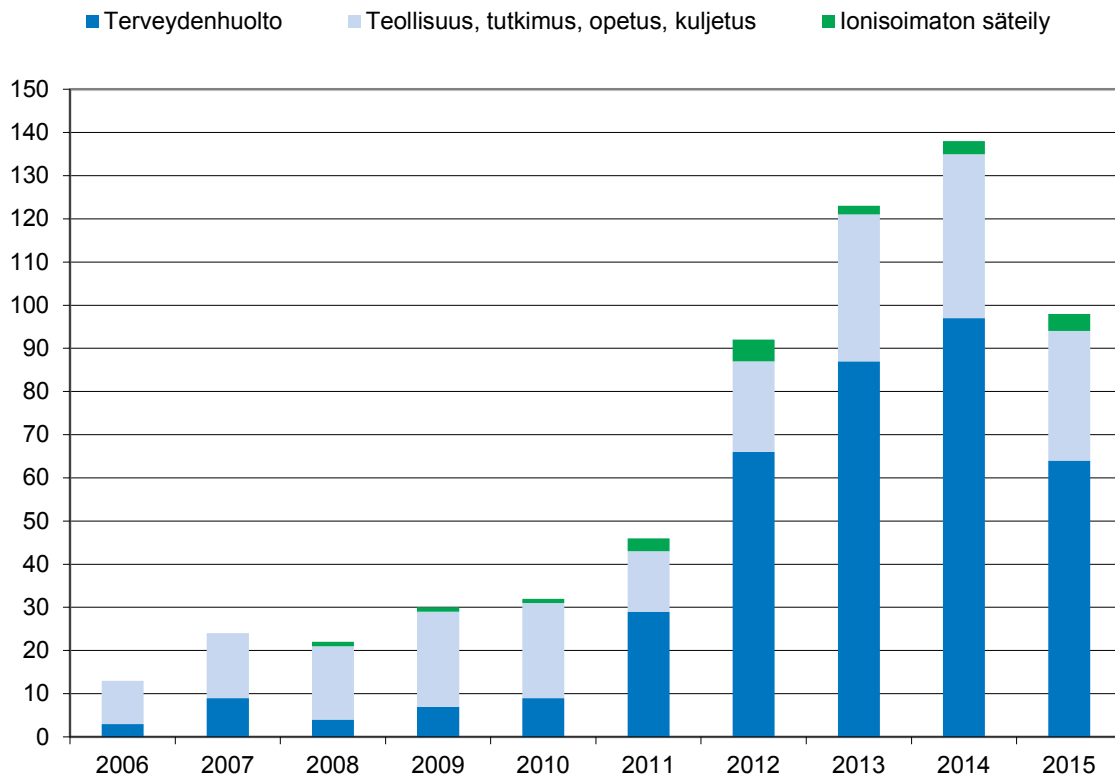
Säteilyn käytön ja muun säteilylle altistavan toiminnan tärkeimmät tunnusluvut esitetään kuvissa 1–4.



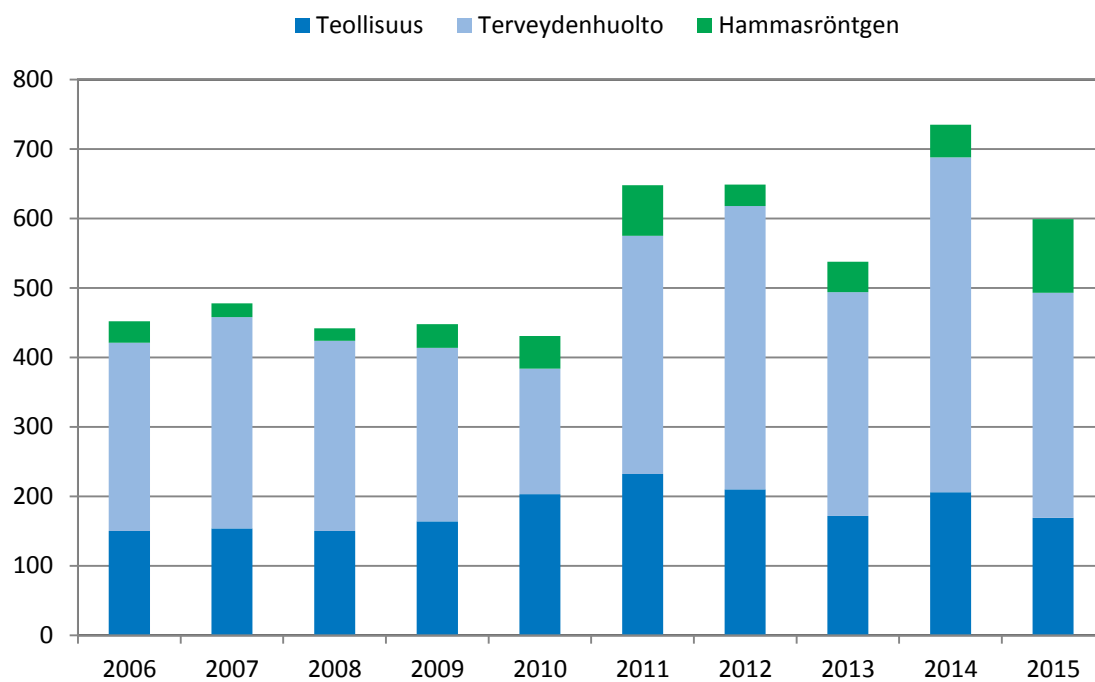
Kuva 1. Säteilyn käytössä annostarkkailussa olleiden työntekijöiden yhteenlasketut annokset (syväannokset) toimialoittain vuosina 2011–2015. Syväannokset ovat yleensä efektiivisen annoksen (riittävän tarkkoja) likiarvoja. Poikkeuksena on röntgensäteilyn käyttö terveydenhuollossa ja eläinlääkinnässä, jossa työntekijät käyttävät henkilökohtaisia säteilysuojaimia ja jossa annos mitataan suojaimen päällä olevalla annosmittarilla. Tällöin efektiivinen annos saadaan jakamalla syväannos tekijällä 10–60. Kuvassa esitettyjen toimialojen lisäksi myös seuraavilla toimialoilla työskentelee muutamia annostarkkailussa olevia henkilöitä: radioaktiivisten aineiden valmistus, asennus/huolto/tekninen koekäyttö, kauppa/tuonti/vienti ja palvelut (ks. liitteen 1 taulukot 9 ja 10).



Kuva 2. Turvallisuuslupien lukumäärät vuosina 2006–2015. Terveysthuollon lupien määrän kasvu johtuu hammasröntgentoiminnan muuttumisesta rekisteröidystä toiminnasta luvanvaraiseksi toiminnaksi.



Kuva 3. Poikkeavien tapahtumien lukumäärät vuosina 2006–2015.



Kuva 4. Tarkastusten lukumäärät vuosina 2006–2015.

2 Ionisoivan säteilyn käytön valvonta

2.1 Säteilyn käyttö terveydenhuollossa, hammaslääketieteessä ja eläinlääketieteessä

Turvallisuusluvut

Vuoden 2015 lopussa oli terveydenhuollon säteilyn käyttöä koskevia turvallisuuslupia 1 837 kappaletta (ks. myös kuva 2) ja eläinlääkintää koskevia lupia 242 kappaletta. Vuoden aikana tehtiin yhteensä 2 253 lupapäätöstä (uusia lupia, muutoksia vanhoihin lupiin tai luvan lakkauttamisia). Liitteen 1 taulukossa 1 on esitetty luvissa mainittujen säteilytoimintojen lukumäärät.

Tavanomainen hammasröntgentoiminta muuttui turvallisuuslupaa edellyttäväksi toiminnaksi 1.9.2014, minkä jälkeen alettiin myöntämään turvallisuuslupia tavanomaisen hammasröntgentoiminnan harjoittajille. Hammasröntgentoiminnan harjoittajia on noin 1 600 kappaletta.

Terveydenhuollon röntgentoiminnan turvallisuuslupahakemusten keskimääräinen käsittelyaika oli 16,9 päivää. Noin 4 % lupahakemuksista käsiteltiin kiireisinä. Useita lupahakemuksia toimitettiin STUKiin vasta laitteen käyttöönottovalheessa tai jopa laitteen jo ollessa käytössä.

Säteilylaitteet ja -lähteet sekä laboratoriot

Liitteen 1 taulukossa 2 on yksityiskohtaisia tietoja säteilylähteiden ja -laitteiden sekä radionuklidilaboratorioiden lukumääristä terveydenhuollon säteilyn käytössä ja eläinlääketieteessä vuoden 2015 lopussa.

Röntgentoiminta, hammasröntgentoiminta ja eläinlääketiede

Vuonna 2015 asetettiin uudet potilaan säteilyaltistuksen vertailutasot lasten tietokonetomografiatutkimuksiin (TT-tutkimuksiin). Samassa yhteydessä otettiin lasten TT-tutkimusten vertailutasoissa käyttöön ns. saavutettavissa olevat

annostasot. Saavutettavissa oleva annostaso edesauttaa vertailutasoa paremmin optimoinnin toteutumista niillä laitteilla, joilla esimerkiksi iteratiivista kuvan rekonstruktiota käyttäen on mahdollista saavuttaa riittävän hyvä kuvanlaatu aiempaa pienemmillä annostasoilla. Lasten varhaisen alueen TT-tutkimusten vertailutasot on annettu nk. vertailutasokäyränä, joka on Suomessa kehitetty malli ja soveltuu vertailutasojen käyttöön erityisesti pienten potilasmäärien tapauksessa. Mallia on suositeltu yhtenä käyttökelpoisena menetelmänä myös EU:n projektissa (PiDRL), jossa STUK oli mukana ja jossa valmisteltiin EU:n ohjetta lasten tutkimusten vertailutasoista. Malli tullaan esittämään myös Kansainvälisen säteily-suojelutoimikunnan (ICRP) uudessa vuonna 2016 julkaistavassa suosituksessa röntgentutkimusten vertailutasoista.

Röntgenlaitteiden laitetoimittajat ilmoittivat vuonna 2015 asennetut tai siirtoasennetut terveydenhuollon röntgenlaitteet. Kyselyn tuloksena löydettiin yksi röntgenlaite, jolle ei ollut haettu turvallisuuslupaa ennen toiminnan aloittamista. Lisäksi kyselyssä tuli esiin 20 hammasröntgenlaitetta, joita ei ollut ilmoitettu STUKille. Tarkastusten yhteydessä STUKin tietoon tuli kahdeksan terveydenhuollon röntgenlaitetta, joille ei ollut turvallisuuslupaa. Kyseisille laitteille haettiin turvallisuuslupa.

Keväällä julkaistiin STUK opastaa -sarjaan "Oikeutus säteilylle altistavissa tutkimuksissa — opas hoitaville lääkäreille". Opas käsittelee ionisoivaa säteilyä käyttävien röntgen- ja isotooppitutkimuksien oikeutusta. Opasta on esitelty uutiskirjeen, lehtiartikkelien ja koulutuspäivien kautta.

Vuoden 2015 aikana STUK sai 35 kappaletta terveydenhuollon röntgentoimintaan liittyvää poikkeavan tapahtuman ilmoitusta (kohta 2.8). Vuoden 2015 alussa voimaan tullessa uudistetuissa ohjeissa ST 3.3 "Röntgentutkimukset terveydenhuollossa" on pyritty täsmentämään poik-

keavien tapahtumien ilmoittamismenettelyä. Turvallisuusmerkitykseltään vähäisemmät tapaukset voidaan ilmoittaa vuosiyhteenvetoina. Tällaisia tapauksia ilmoitettiin 755 kappaletta.

Terveystieteiden röntgentoiminnan asiantuntijoiden neuvottelupäivät järjestettiin huhtikuussa. Päivillä käytiin kattavasti läpi terveydenhuollon röntgentoiminnan nykytilaa valvojan viranomaisen näkökulmasta sekä vastuiden ja tehtävien jakoa radiologisessa toiminnassa. Tämän lisäksi osallistuttiin useille koulutuspäiville luennoitsijana ja tiedotettiin ajankohtaisista asioista ammattilehdissä. Vuonna 2015 lähetettiin terveydenhuollon säteilyn käyttäjille suunnattu uutiskirje.

Viranomaisvalvonnan käytäntöjä muokattiin riskiarvion perustavasti. Röntgentoiminnan valvontaa kehitettiin ottamalla käyttöön uusi malli suurien palveluntarjoajien tarkastamiseen. Tarkastusmallilla kevennetään suurille toiminnanharjoittajille tarkastuksista aiheutuvaa työpanosta ja saadaan kuva toiminnan kokonaislaadusta. Yksittäisten röntgenlaitteiden mittauksia vähennettiin, sen sijaan tarkastuksella keskitytään enemmän laadunvarmistuksen ja toimintajärjestelmän toimivuuteen kokonaisuutena. Eläinröntgentoiminnassa otettiin käyttöön valvontakysely. Kokemukset kyselyn käytöstä olivat hyviä ja sen käyttöä jatketaan ja kyselyn sisältöä kehitetään edelleen.

Isotooppilääketiede

Isotooppilääketieteen valvonta

Isotooppilääketieteen tarkastuksissa kiinnitettiin erityistä huomiota kontaminaatiomittausten tekemiseen säännöllisesti ja aina työskentelyn päätyttyä. Työntekijöiden kontaminaation mittaamiseen suositeltiin käsi-kenkä -mittareiden hankkimista.

Isotooppilääketieteen valvonnan kehittäminen

SPECT-TT- ja PET-TT -tomografialaitteiden valvontaa kehitettiin valmistelemalla opas tietokonetomografian käytöstä isotooppilääketieteessä. Oppaan laatineeseen työryhmään kuuluivat STUKin asiantuntijoiden lisäksi Eero Kauppinen (KSKS), Kirsi Timonen (KSKS), Virpi Tunninen (SatSHP), Eila Lantto (HUS), Jukka Schildt (HUS), Helena Kiiliäinen (VSHP), Kalle Sipilä (PSHP),

Antti Sohlberg (PHSOTEY), Hanna Mussalo (KYS), Marko Seppänen (TYKS), Sampsa Turunen (HUS) ja Pasi Korkola (TAYS) sekä laitetoimittajat GE ja Siemens. Lisäksi STUK keräsi ja julkaisi valtakunnalliset tiedot PET-TT -potilasannoksista. Opasta ja annosselvityksen tuloksia esiteltiin Säteilyturvallisuus ja laatu isotooppilääketieteessä -neuvottelupäivillä.

Annosselvityksen perusteella yleisimmissä aivojen, kehon ja sydämen aineenvaihdunnan tutkimuksissa radiolääkkeen (F-FDG) aiheuttamat efektiiviset annokset olivat keskimäärin suurempia (erotusten keskiarvo 2,3 mSv) kuin TT-tutkimuksesta aiheutuneet efektiiviset annokset. TT-annosten tilavuuskeskiarvot ($CTDI_{vol}$) alittivat merkitsevästi STUKin tavanomaisille TT-tutkimuksille antamat vertailutasot. Koko kehon tutkimuksissa annettujen aktiivisuuksien keskiarvo alitti merkitsevästi vertailutason, mutta aivojen tutkimuksissa keskiarvo ja vertailutaso olivat likimain samat. Lisätietoja radiolääkkeiden aiheuttamista annoksista saadaan vuonna 2016 julkaistavassa selvityksessä ”Isotooppitutkimukset ja -hoidot Suomessa”.

Radiojodihoito kissoille

Kissojen kilpirauhasen liikatoiminnan radiojodihoito (I-131-hoito) aloitettiin myös Suomessa. Kilpirauhasen liikatoiminta on kissojen tavallisin endokrinologinen sairaus. Radiojodihoito soveltuu myös kilpirauhassyövän hoitoon. Toiminnassa on noudatettava kaikkia avolähteiden käyttöä muutoinkin koskevia säädöksiä. STUK on myöntänyt yhden turvallisuuslupan tällaiseen toimintaan.

Sädehoito

Sädehoitoa annettiin kaikissa viidessä yliopistosairaaloissa, seitsemässä keskussairaalaissa sekä yhdellä yksityisklinikalla n. 15 500 potilaalle. STUK teki vuoden 2015 aikana 10 sädehoitolaitteen käyttöönottotarkastusta ja 27 määräaikaistarkastusta.

STUKin ja sairaaloiden väliset vertailumittaukset osoittivat sairaaloiden hoitoannoksen tarkkuuden olevan erittäin hyvä: mittaustulosten ero oli fotonikeiloissa keskimäärin 0,1 % (keskihajonta 0,6 %) ja elektronikeiloissa 0,5 % (keskihajonta 0,6 %). Hoidon turvallisuutta vaarantavia annospoikkeamia ei vertailumittausten perusteella löytynyt.

Sädehoidon potilasannoksen tarkkuuden val-

vonnassa verrattiin annoslaskentajärjestelmän avulla laskettuja useamman kentän suunnitelmia vastaaviin mittaustuloksiin. Potilasannoksiin vaikuttavia annoslaskentajärjestelmien tarkastuksia tehtiin yli 500:lle sädehoitokeilalle. Sairaaloiden annossuunnitteluohjelmistojen laskentatarkkuutta sekä syöttötietojen oikeellisuutta voidaan pitää erittäin hyvänä. Suurimmat havaitut poikkeamat olivat pienempiä kuin 3 %.

Sädehoidon valvonnan kehittäminen

Sädehoidon valvonnan kehittämiseen käytetyt resurssit kohdennettiin alkuvuoden aikana pääosin yhteiseurooppalaiseen tutkimusprojektiin MetrExtRT, joka loppui kesäkuussa 2015. Mukana hankkeessa olivat johtavat Eurooppalaiset primäärinormaalilaboratoriot mm. NPL, ENEA ja PTB. STUKin osuus keskittyi radiokromifilmien (GafChromic EBT-3) ominaisuuksien selvitykseen ja filmille soveltuvimman luentaprosessin laadintaan sekä menetelmäkehitykseen annossuunnittelujärjestelmien laskelmien varmentamiseen vertailumittausten avulla. STUKin yhteistyökumppaneina ovat työssä olleet Tampereen ja Helsingin yliopistolliset sairaalat.

Menetelmäkehitys on edellyttänyt useamman, erityisesti elektronisäteilylle soveltuvien fantomien kehittämistä ja valmistusta sekä filmin ominaisuuksien selvitystä mittauksin ja Monte Carlo-laskelmin. Tutkimuksessa tarvittavat kalibroinnit ja pääosin filmien säteilytykset on voitu toteuttaa kansallisessa mittanormaalilaboratoriossa, mutta työssä myös tarvittavat suurenergiakeiloissa tapahtuvat sädetykset ja annossuunnittelut on järjestetty Tampereen yliopistollisen keskussairaalan sädehoito-osastolla. Mukana oli STUKin lisäksi ryhmä italialaisia fyysikoita ENEA:sta.

Mittauksilla selvitettiin muun muassa uuden tyyppisen timantti-ilmaisimen vastetta elektroni- ja fotonikeiloissa sekä filmin soveltuvuutta annosjakaumien mittaamiseen yhdistetyissä ftoni- ja elektroneikeiloissa.

Työn tuloksia on esitetty useissa kansainvälisissä kokouksissa ja tieteellisissä artikkeleissa. Niiden pohjalta on tarkoitus ottaa käyttöön uusia säteilyn mittaamenetelmiä ja valvontamenetelmiä sädehoidon korkean laadun varmistamiseksi jatkossakin.

Sädehoidon riskinarviointi

Sädehoidon riskinarvioinnin menetelmä julkaistiin STUK opastaa -sarjan oppaana ja esiteltiin STUKin järjestämällä neuvottelupäivillä kesäkuussa 2015 Helsingissä. Opas on tarkoitettu sädehoitokeskusten käyttöön ja STUKin verkkosivuilta ladattava liite on sellaisenaan riskinarvioinnin työkalu. Sen käytöstä vastaa kukin keskus itsenäisesti, mutta haittatapahtumien vakavuus on arvioitu valmiiksi yhdenmukaisen lähestymistavan varmistamiseksi. Riskinarvioinnin käyttökemuksia ja palautetta oppaasta kerätään seuraavilla neuvottelupäivillä kesäkuussa 2016.

2.2 Säteilyn käyttö teollisuudessa, tutkimuksessa ja opetuksessa

Säteilyn käyttö teollisuudessa, tutkimuksessa ja opetuksessa sisältää myös säteilyn käytön palvelu-, asennus- ja huoltotoiminnassa, radioaktiivisten aineiden kaupan ja valmistuksen sekä radioaktiivisten aineiden kuljetukset.

STUK antoi käyttöönottoluvan tarkastuksen perusteella Turussa olevalle isotooppituotantoon tarkoitetulle kiihdyttimelle. STUK antoi säteily-suojaukseen liittyviä lausuntoja myös muista uusista isotooppituotantoon tarkoitetuista hiukkas-kiihdyttimistä ja niitä koskevista hankkeista.

Tutkimuksen ja isotooppituotannon kiihdyttimien säteilyturvallisuutta koskeva selvitys valmistui vuoden 2015 lopussa. Selvitys julkaistaan vuoden 2016 aikana, ja siinä mainittuja ehdotuksia käytetään tarkkojen vaatimusten asettamisessa kiihdyttimille.

STUKin valvonta- ja tarkastustoiminnassa on ilmennyt, että eräät röntgenlaitteiden kauppaa harjoittavat yritykset ja röntgenlaitteiden haltijat eivät ole selvillä säteilyn käyttöä koskevista säädöksistä ja riskeistä. Tämä on johtanut teollisuudessa ja tutkimuksessa röntgenlaitteiden käyttöön ilman asianmukaista turvallisuuslupaa. Tämän takia röntgenlaitteiden hallussapito ja kauppa saatettiin luvanvaraiseksi vuoden 2016 alusta alkaen. Toiminnan harjoittajille lähetettiin asiasta tiedotuskirje.

Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy on raken- tamassa uusia toimitiloja. Tähän liittyy sekä vanhojen kontaminoituneiden tilojen puhdistaminen ja käytöstäpoisto että uusien tilojen luvittaminen

säteilylain mukaisesti. STUK valmistautui kyseisten toimintojen valvontaan tiivistämällä yhteistyötä STUKin sisällä sekä käymällä säteilyturvallisuuksivaatimuksia läpi VTT:n kanssa.

STUK järjesti Teollisuuden 11. säteilyturvallisuspäivät lokakuussa Helsingissä. Tärkeitä osa-alueita säteilyturvallisuspäivillä olivat turvajärjestelyt sekä poikkeavien tapahtumien käsittely ja niistä oppiminen.

STUK tarkastaa vuosisuunnitelmansa mukaisesti kuljetettavat säteilylähteet sekä niiden käytön ja kuljetusjärjestelyt kolmen vuoden välein. STUK lähetti kuljetusten valvontasuunnitelman mukaisen kyselyn viidelle suurimmalle kuljetusten suorittajalle. Kyselyssä tiedusteltiin mm. alihankkijoiden käytöstä, säteilysuojeluohjelmasta ja johtamisjärjestelmästä. Vastausten analysointi on vielä kesken. Yrityksiin ollaan yhteydessä, jos vastausten perusteella säädöksiä ei noudateta.

STUK julkaisi vuonna 2015 uuden kuljetuksia koskevan oppaan "Turvajärjestelyt radioaktiivisten aineiden tiekuljetuksessa". Opas on suunnattu sekä kuljetusyrityksille että turvallisuusluvan haltijoille, ja siinä esitetään kuljetusten turvajärjestelyjä koskevat vaatimukset sekä annetaan esimerkkejä hyvistä käytännöistä. Opasta jaettiin tarkastusten yhteydessä.

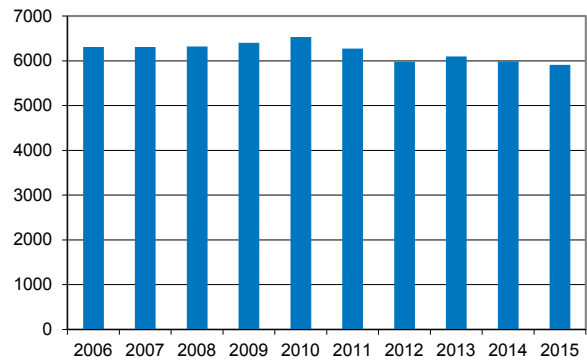
STUK tiivistä yhteistyötä muiden vaarallisten aineiden kuljetuksia valvovien viranomaisten kanssa mm. osallistumalla viranomaisryhmän kokouksiin. Lisäksi TRAFIn kanssa tehtiin lentokuljetusten yhteistarkastus.

Turvallisuusluvut

Vuoden 2015 lopussa oli teollisuuden, tutkimuksen ja opetuksen säteilyn käyttöä koskevia turvallisuuslupia 1 128 kappaletta (ks. myös kuva 2). Vuoden aikana tehtiin yhteensä 577 lupapäätöstä (uusia lupia, muutoksia vanhoihin lupiin tai luvan lakkauttamisia). Turvallisuuslupahakemusten keskimääräinen käsittelyaika oli 15,3 päivää. Liitteen 1 taulukossa 3 on esitetty luvissa mainittujen säteilytoimintojen lukumäärät.

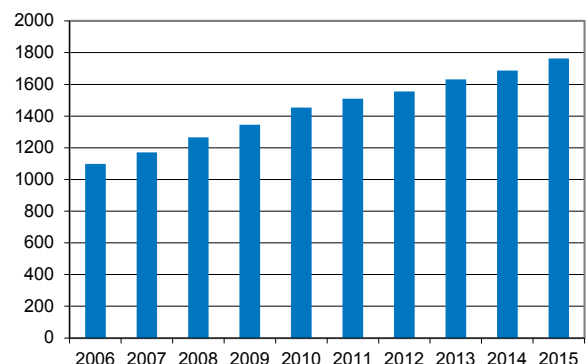
Säteilylaitteet ja -lähteet sekä laboratoriot

Kuvassa 5 on esitetty radioaktiivista ainetta sisältävien laitteiden lukumäärä kymmeneltä viime vuodelta teollisuuden, tutkimuksen ja opetuksen käytössä. Määrä on pysynyt pitkään lähes samana.



Kuva 5. Radioaktiivista ainetta sisältävien laitteiden lukumäärä 2006–2015.

Kuvassa 6 on esitetty röntgenlaitteiden lukumäärä viimeisen kymmenen vuoden aikana. Määrä on kymmenessä vuodessa lähes kaksinkertaistunut. Röntgenlaitteet ovat jossain määrin korvanneet radioaktiivista ainetta sisältäviä laitteita, ja käyttöön on tullut myös uusia läpivalaisu- ja analyysilaitesovelluksia.



Kuva 6. Röntgenlaitteiden lukumäärä 2006–2015.

Liitteen 1 taulukossa 4 on yksityiskohtaisia tietoja säteilylähteiden ja -laitteiden sekä radionuklidilaboratorioiden lukumäärästä teollisuuden, tutkimuksen ja opetuksen säteilyn käytössä vuoden 2015 lopussa.

Liitteen 1 taulukossa 5 on tietoja umpilähteissä käytettävistä radionuklideista.

Röntgenlaitetekysely

STUK pyysi vuoden 2015 alussa Suomessa toimivilta röntgenlaitteiden myyjiltä (44 kpl) ilmoitusta vuonna 2014 luovutetuista röntgenlaitteista ja niiden haltijoista. Luovutustietojen perusteella todettiin, että 14 toiminnanharjoittajalla ei ollut lupaa

röntgenlaitteiden käyttöön. Lisäksi todettiin, että 14 luvanhaltijaa ei ollut ilmoittanut uusien röntgenlaitteiden hankinnoista STUKiin. STUK antoi tarvittavat määräykset havaittujen puutteiden korjaamiseksi ja valvoi, että kaikkien edellä mainittujen laitteiden käyttöön haettiin turvallisuuslupaa tai ne liitettiin asianmukaisesti olemassa olevaan turvallisuuslupaan.

2.3 Turvallisuuslupan alaisen säteilytoiminnan tarkastukset

Terveydenhuolto, hammaslääketiede ja eläinlääketiede

Terveydenhuollon ja eläinlääketieteen säteilyä käyttäviä koskevia tarkastuksia tehtiin vuonna 2015 yhteensä 430 kappaletta. Tarkastuksista 334 oli määräaikaistarkastuksia ja 192 laitteen käyttöönottotarkastuksia. Tämän lisäksi tehtiin 7 uusintatarkastusta. Eläinröntgentoiminnan tarkastuksia tehtiin 61. Tarkastuksissa annettiin toiminnan harjoittajille 320 korjausmääräystä. Tarkastuksissa löydettiin 8 laitetta, joilla ei ollut laitteen käyttöön tarvittavaa turvallisuuslupaa. Lisäksi tarkastuksissa havaittiin muutama tapaus, jossa kuvaushuoneen säteilysuojaukset olivat puutteelliset (tyypillisesti oven karmi). Vertailutason ylittäviä annoksia mitattiin tarkastuksissa 7 kappaletta.

Hammasröntgentoimintaa harjoitti vuonna 2015 noin 1 600 toiminnanharjoittajaa. Hammasröntgenkuvauksista aiheutuvaa potilasaltistusta mitattiin postitse lähetettävillä testipaketeilla 1 002 intraoraaliröntgenlaitteelta. Keskimääräinen annos oli 1,3 mGy. Annos tarkoittaa posken pinnan annosta (ESD) hammasta kuvattaessa. Vertailutaso 2,5 mGy ylittyi 53 kuvauslaitteella. Hammastutkimusten vertailutasot päivitettiin 2014, mikä aiheutti aiempia vuosia enemmän ylityksiä.

Tämän lisäksi tarkastettiin käyttöpaikalla 106 tavanomaisessa hammasröntgentoiminnassa käytettävää panoraamatomografiaröntgenlaitetta. Pääosa tarkastuksilla havaituista puutteista kohdistui laadunvarmistukseen, laitteeseen, oheislaitteisiin tai tarvikkeisiin tai rekisteröintitietojen oikeellisuuteen. Vertailutason ylittäviä annoksia havaittiin tarkastuksilla 7 panoraamatomografiaröntgenlaitteilla.

Tarkastusten jälkeen lähetettiin vastaaville johtajille palautekysely, jossa kysyttiin mielipidettä tarkastuksesta. Useimpien vastaajien mielestä tarkastukset koettiin hyödyllisiksi ja annetut korjausmääräykset perustelluiksi. Joissakin tapauksissa toivottiin, että tarkastus varattaisiin nykyistä pidemmällä aikavälillä. Tarkastuspöytäkirjojen sisältöön ja valmistumisnopeuteen oltiin tyytyväisiä.

Teollisuus, tutkimus ja opetus

Vuosien 2010–2014 tarkastuksia koskeva selvitys

Säteilyturvakeskus teki vuonna 2015 selvityksen vuosina 2010–2014 tehdyistä tarkastuksista. Tarkoituksena oli selvittää, minkälaisia havaintoja tarkastuksilla tehtiin ja miten ne jakautuivat tarkastettujen toiminnanharjoittajien kesken. Lisäksi haluttiin selvittää, mitkä olivat yleisimmät havaitut turvallisuuspoikkeamat.

Vuosina 2010–2014 tehtiin yhteensä 1 020 säteilyn käytön tarkastusta. Tehdyissä tarkastuksissa havaittiin yhteensä 3 345 turvallisuuspoikkeamaa, joista annettiin korjausmääräys. Poikkeamat koskivat yhteensä 800:aa tarkastusta (78 % tarkastetuista toiminnanharjoittajista). Turvallisuuspoikkeamia ei havaittu lainkaan 22 %:ssa tehdyistä tarkastuksista.

Suurin osa havaituista poikkeamista koski puutteita toiminnanharjoittajan käytössä olevissa säteilylähteissä (tarkastushavaintoja yhteensä 1 018 kappaletta). Tyypillisin säteilylähteeseen liittyvä tarkastushavainto koski laitteen puutteellisia merkintöjä (tarkastushavaintoja yhteensä 526 kappaletta) tai puutteellisia turvalaitteita, esimerkiksi sormisuoja (tarkastushavaintoja yhteensä 163 kappaletta). Seuraavaksi eniten havaittiin puuttuvia poikkeavan tapahtuman ohjeita (tarkastushavaintoja yhteensä 486 kappaletta). Vuonna 2010 poikkeavan tapahtuman ohjeet puuttuivat 100 toiminnanharjoittajalta. Neljä vuotta myöhemmin (vuonna 2014) ohjeet puuttuivat 56 tarkastetulta toiminnanharjoittajalta. Kolmanneksi eniten tarkastushavaintoja tehtiin käyttöorganisaatioon liittyvissä asioissa (tarkastushavaintoja yhteensä 355 kappaletta). Suurin osa tarkastuksilla havaituista turvallisuuspoikkeamista koski säteilyn käytöstä vastaavan johtajan tehtävien määrittelyä tai täydennyskoulutuksen järjestämistä.

Vuoden 2015 tarkastukset

Teollisuuden, tutkimuksen ja opetuksen säteilyn käyttöpaikoilla tehtiin vuoden 2015 aikana 169 tarkastusta. Tarkastuksissa annettiin 406 korjausmääräystä. Vuosisuunnitelman mukaisesti määräaikaistarkastukset tehdään 2–8 vuoden välein toiminnan vaativuudesta ja laajuudesta riippuen. Lisäksi uusien turvallisuuslupien toiminnot tarkastetaan ennen toiminnan aloittamista tai vuoden sisällä luvan myöntämisestä. Vuonna 2015 kaikkia uusia lupia ei pystytty tarkastamaan vuoden sisällä luvan myöntämisestä. Tarkastuksen ajankohdasta sovitaan yleensä etukäteen vastaavan johtajan kanssa.

Vuonna 2015 tehtiin yksi teollisuusradiografiatoiminnan tarkastus ilmoittamatta ajankohtaa ennakkoon. Tarkastuksella havaittiin niin vakavia puutteita mm. säteilymittareissa, että kuvaustointa keskeytettiin paikan päällä. Asiaa käytiin läpi vastaavan johtajan ja toiminnanharjoittajan johdon edustajan kanssa.

Tarkastusten jälkeen lähetettiin vastaaville johtajille palautekysely, jossa kysyttiin mielipidettä tarkastuksesta. Useimpien vastaajien mielestä tarkastukset koettiin hyödyllisiksi ja annetut korjausmääräykset perustelluiksi. Erityisen tyytyväisiä oltiin havaintojen ja niiden perusteella annettujen määräysten läpikäyntiin tarkastuksella. Joissakin tapauksissa vastaava johtaja ilmoitti, että pöytäkirja ei saapunut riittävän pian tarkastuksen jälkeen. Tarkastuksista ja tarkastajien ammattitaidosta annettiin yleisesti myönteistä palautetta.

2.4 Radioaktiivisten aineiden valmistus, tuonti ja vienti

Tiedot radioaktiivisten aineiden toimituksista Suomeen tai Suomesta sekä valmistuksesta Suomessa vuonna 2015 on esitetty liitteen 1 taulukoissa 6 ja 7. Taulukoiden luvut perustuvat kaupaa, tuontia, vientiä tai valmistusta harjoittavilta turvallisuuslupan haltijoilta kerättyihin tietoihin.

Taulukot eivät sisällä seuraavia tietoja:

- Toiminnan harjoittajien omaan käyttöön muista EU-maista hankitut ja omasta käytöstä muihin EU-maihin toimitetut radioaktiiviset aineet.
- Radioaktiiviset aineet, jotka on toimitettu Suomen kautta muihin maihin.
- Amerikiumia (Am-241) sisältävät palovaroit-

timet ja paloilmoinjärjestelmien ioni-ilmaiset. Niitä tuotiin maahan noin 61 400 kappaletta ja niiden yhteenlaskettu aktiivisuus oli noin 2,0 GBq. Palovaroitimia ja -ilmaisia vietiin maasta noin 50 kappaletta, yhteisaktiivisuudeltaan noin 0,2 MBq.

- Suomeen tuodut, radioaktiivista ainetta sisältävät lamput ja sytyttimet. Joissakin erikoislampuissa ja sytyttimissä käytetään pieniä määriä tritiumia (H-3), kryptonin (Kr-85) tai toriumia (Th-232).
- Suomeen tuodut ja Suomesta viedyt avolähteet. Aktiivisuudeltaan suurimmat määrät Suomeen tuotiin seuraavia avolähteitä: Mo-99, I-131, I-123, Lu-177, Br-82, Tl-201, P-32, Fe-55, In-111, Co-60, Sm-153 ja Y-90.

2.5 Työntekijöiden säteilyannokset

Annostarkkailussa oli vuonna 2015 yhteensä 10 800 säteilytyötä tekevää työntekijää. Annoskirjauksia kirjauskynnyksen alle jääneet annokset mukaan lukien tehtiin STUKin ylläpitämään annosrekisteriin lähes 69 000 kappaletta. Lukumäärään sisältyvät myös luonnonsäteilylle – radonille ja avaruussäteilylle – altistuneiden työntekijöiden annoskirjaukset.

Kenenkään työntekijän efektiivinen annos ei vuonna 2015 ylittänyt työntekijöiden vuosiannosrajaa 50 mSv eikä viiden vuoden ajanjaksolle asetettua annosrajaa 100 mSv. Työntekijöiden yhteenlasketut annokset (syväannokset) säteilyn käytössä olivat noin 1,72 Sv ja ydinenergian käytössä noin 1,35 Sv. Yhteenlaskettu annos säteilyn käytön osalta nousi 0,6 % edelliseen vuoteen verrattuna. Ydinenergian käytössä yhteenlaskettu annos oli 14,4 % pienempi kuin edellisenä vuonna. Ydinenergian käytössä kokonaisannos vaihtelee vuosittain huomattavasti ydinvoimalaitosten vuosihuoltojen pituudesta ja laitoksissa tehtävistä huoltotoista riippuen.

Terveystarkkailun toimialalla suurin syväannos 24,7 mSv kirjattiin kardiologille. Annos vastaa noin 0,8 mSv:n efektiivistä annosta. Suurin terveydentarkkailussa muusta kuin röntgensäteilyn käytöstä aiheutunut efektiivinen annos 4,6 mSv kirjattiin isotooppiosastolla työskentelevälle röntgenhoitajalle. Eläinlääkinnässä suurin syväannos 5,9 mSv kirjattiin röntgensäteilyä käyttävälle eläinten hoitajalle. Annos vastaa noin 0,2 mSv:n efektiivistä annosta. Suurin efektiivinen annos

teollisuudessa oli 8,3 mSv merkkiainekokeita tehneellä henkilöllä. Tutkimuksessa suurin efektiivinen annos 4,2 mSv aiheutui avolähteitä käyttävälle säteilytyöntekijälle.

Joissakin tehtävissä, esimerkiksi avolähteitä käsiteltäessä, työntekijät altistuvat säteilylle epätasaisesti. Tällöin esimerkiksi käsien annos voi olla huomattava, vaikka efektiivinen annos onkin melko pieni. Ihon annokselle on asetettu erillinen vuosiannosraja, 500 mSv ja työntekijät käyttävät niin sanottua sormiannosmittaria käsien annoksen tarkkailemiseksi. Yhdenkään työntekijän käsien annos ei ylittänyt vuonna 2015 vuosiannosrajaa. Suurin vuosiannos oli laboratoriohoitajalle mitattu 160,8 mSv. Suurimmat käsien iholle aiheutuneet annokset ovat pienentyneet huomattavasti verrattuna edellisvuoteen. Lähes kaikilla avolähteitä käsittelevistä työntekijöistä käsien ihon annos jää alle 100 mSv:n.

Radon työpaikoilla

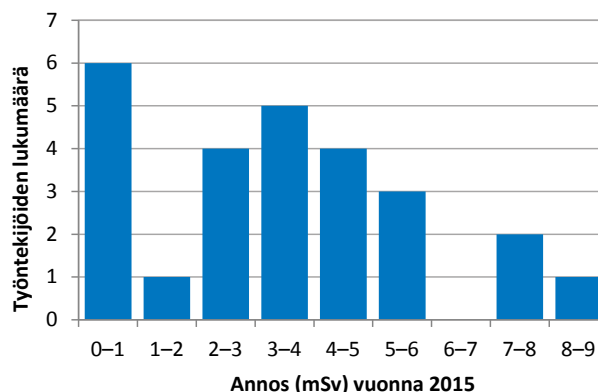
Annosrekisterin kirjataan myös luonnonsäteilylle työssään altistuneiden työntekijöiden annostietoja, vaikka näitä henkilöitä ei varsinaisiksi säteilytyöntekijöiksi luokitellakaan.

Työntekijöiden radonaltistus määritettiin radonmittausten ja työaikaseurannan avulla sellaisilla työpaikoilla, joissa radonpitoisuus ylitti toimenpidearvon. Osa työpaikoista oli tavanomaisia työpaikkoja, osa taas maan alla sijaitsevia työpaikkoja tai tunneleita. Radonaltistuksen seurannassa oli vuoden aikana yhteensä 26 työntekijää, joiden annokset kirjattiin annosrekisteriin. Suurin yksittäiselle työntekijälle radonista aiheutunut efektiivinen annos vuoden 2015 aikana oli 8,1 mSv työskentelystä pienteollisuudessa.

Radonaltistuksen vuoksi annostarkkailussa olevien työntekijöiden lukumäärä vaihtelee vuosittain huomattavasti, koska vuosittain saatetaan saada selville uusien aikaisemmin mittaamattomien työpaikkojen korkeita radonpitoisuuksia ja maanalaisten louhinta- ja tunnelitöiden määrä vaihtelee sekä lisäksi työpaikoilla tehdään korjaustöitä, joiden onnistuminen vaikuttaa radonaltistuksen määrään.

Vuoden 2015 aikana yhteensä kuusi toiminnanharjoittajaa oli velvoitettu järjestämään radonaltistuksen seurannan työpaikallaan. Työntekijöitä oli yhteensä 26, joista kaksi vain osan vuotta altistuksen seurannassa. Arvioitujen efektiivisten

annosten jakautuminen altistumisen seurannassa olleissa työpaikoissa esitetään kuvassa 7.



Kuva 7. Arvioitujen efektiivisten annosten jakautuminen altistumisen seurannassa olleissa työpaikoissa.

Seurannassa olleiden työntekijöiden efektiivisten annosten keskiarvo oli 3,3 mSv ja mediaani 3,1 mSv. Suurin efektiivinen annos oli 8,1 mSv. Yhdellä työpaikalla työtila otettiin pois käytöstä heti, kun ensimmäisen radonmittauksen tulokset valmistuivat ($3800 \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-3}$).

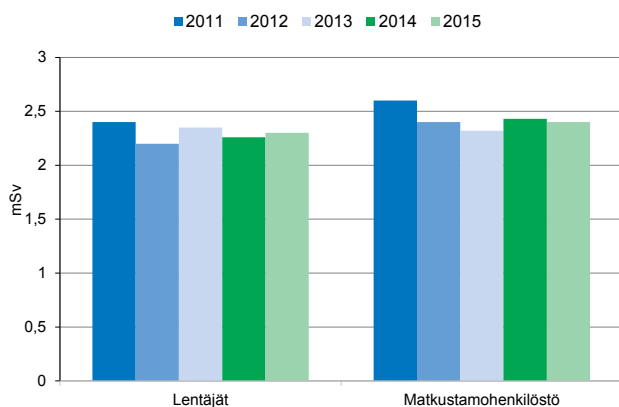
Avaruussäteily

Vuodelta 2015 kirjattiin STUKin annosrekisteriin kuuden lentoyhtiön työntekijöiden annostiedot. Yhden lentoyhtiön vuoden 2015 annoksia ei ole vielä saatu, mutta ne kirjataan myöhemmin, koska lentoyhtiön annoslaskentamenettelyä ei ole hyväksytty. Yhdenkään työntekijän efektiivinen annos ei ylittänyt ohjeessa ST 12.4 asetettua 6 mSv:n raja-arvoa. Suurin avaruussäteilystä yksittäiselle työntekijälle aiheutunut annos vuonna 2015 oli lentäjällä 4,5 mSv ja matkustamohenkilöstöön kuuluvalla työntekijällä 4,9 mSv. Lentäjien vuosiannosten keskiarvo vuonna 2015 oli 2,3 mSv ja matkustamohenkilöstöön kuuluvien työntekijöiden 2,4 mSv. Keskimääräiset annokset vuosina 2011–2015 on esitetty kuvassa 8.

Lentohenkilöstöön kuuluvien työntekijöiden kokonaismäärä ja annos olivat edellisvuoden tasolla. Henkilökohtaisessa säteilyaltistuksen seurannassa olleiden työntekijöiden lukumäärät ja työntekijöiden kokonaisannos esitetään liitteen 1 taulukossa 8.

Annostarkkailussa olleiden säteilytyöntekijöiden lukumäärät toimialoitain viiden viimeisen vuoden ajalta esitetään liitteen 1 taulukossa 9. Työntekijöiden yhteenlasketut annokset toimi-

aloittain esitetään kuvassa 1 (kohta 1.1) ja liitteen 1 taulukossa 10. Liitteen 1 Taulukossa 11 on esitetty säteilylle paljon altistuvien tai lukumääräisesti isojen työntekijäryhmien annostietoja vuodelta 2015.



Kuva 8. Lentohenkilöstön keskimääräiset annokset vuosina 2011–2015.

2.6 Hyväksyntäpäätökset ja pätevyysien toteaminen

Vastaavien johtajien säteilysuojelukoulutusta antavat koulutusorganisaatiot

STUK on vahvistanut säteilyn käytön turvallisuudesta vastaavan johtajan pätevyysvaatimukset ohjeessa ST 1.8. Vastaavan johtajan koulutusta ja pätevyyskuulusteluja järjestävät koulutusorganisaatiot hakevat STUKilta hyväksyntää järjestää vastaavan johtajan kuulusteluja.

Seitsemälle vastaavan johtajan kuulusteluja ja koulutusta järjestävälle koulutusorganisaatiolle tehtiin vuonna 2015 hyväksyntäpäätös. Voimassa olevia hyväksyntäpäätöksiä oli vuoden 2015 lopussa yhteensä 19 koulutusorganisaatiolla. Hyväksynnän saaneet koulutusorganisaatiot esittävät STUKin www-sivuilla (www.stuk.fi).

Terveystarkkailusta vastaavat lääkärit

STUK toteaa säteilytyöluokkaan A kuuluvien työntekijöiden terveystarkkailusta vastaavien lääkärin pätevyyden. Vuoden 2015 loppuun mennessä STUK on todennut yhteensä 450 lääkärin pätevyyden terveystarkkailusta vastaavaa lääkärinä toimimiseen. Heistä 31 sai pätevyyden toteamispäätöksen vuoden 2015 aikana.

Lentotoiminnan harjoittajat

Vuonna 2015 STUK teki tarkastuksen kolmeen lentoyhtiöön. Tarkastuksissa lentoyhtiön säteilyturvallisuuteen liittyvät menettelyt käytiin läpi ja annettiin tarvittavat määräykset menettelyiden muuttamiseksi, jos ne eivät olleet vaatimusten mukaisia.

Annosmittauspalveluiden ja -menetelmien hyväksyntäpäätökset

Yhdelle annosmittauspalvelulle annettiin hyväksyntä säteilytyöntekijöiden annostarkkailumittauksia tekevänä mittauspalveluna toimimiseen ja samalla hyväksyttiin annosmittauspalvelun käyttämät mittausmenetelmät. Hyväksynät ovat voimassa viiden vuoden ajan, minkä jälkeen hyväksyntää on haettava uudelleen. Lisäksi yhteen annosmittauspalveluun tehtiin määräaikaistarkastus.

Radonmittalaitteiden hyväksyntäpäätökset

Vuoden 2015 aikana tehtiin kolme radonmittalaitteen hyväksyntäpäätöstä. STUKin [www-sivuilla](http://www.stuk.fi) on luettelo organisaatioista, joiden mittausmenetelmät on hyväksytty ohjeen ST 1.9 vaatimusten mukaisesti ja jotka tarjoavat radonmittauspalvelua. Hyväksynnän edellytyksenä on, että mittalaitte on asianmukaisesti kalibroitu.

2.7 Radioaktiiviset jätteet

STUK ylläpitää radioaktiivisten jätteiden kansallista pienjätevarastoa. Merkittävimpien varastossa olevien jätteiden määrä vuoden 2015 lopussa on esitetty liitteen 1 taulukossa 12.

2.8 Poikkeavat tapahtumat

Säteilyasetuksen (1512/1991) 17 §:n mukaan STUKille on viivytyksettä ilmoitettava säteilyn käyttöön liittyvästä poikkeavasta tapahtumasta, jonka seurauksena turvallisuus säteilyn käyttöpäikällä tai sen ympäristössä merkittävästi vaarantuu. Samoin on ilmoitettava säteilylähteen katoamisesta tai anastuksesta tai lähteen joutumisesta muulla tavalla pois turvallisuusluvan haltijan hallusta. Ilmoitus on tehtävä myös muista poikkeavista havainnoista ja tiedoista, joilla on olennaista merkitystä työntekijöiden, muiden henkilöiden tai

ympäristön säteilyturvallisuuden kannalta.

STUKille ilmoitettiin 94 poikkeavaa tapahtumaa *ionisoivan* säteilyn käytössä vuoden 2015 aikana (osa vuonna 2015 sattuneista poikkeavista tapahtumista ilmoitettiin STUKille vasta alkuvuodesta 2016). Ilmoituksista 64 koski säteilyn käyttöä terveydenhuollossa ja 30 säteilyn käyttöä teollisuudessa tai isännättömiä säteilylähteitä. Eläinlääkinnän alalta ei ilmoitettu yhtään poikkeavaa tapahtumaa. Suomessa sattuneiden poikkeavien tapahtumien lukumäärät vuosina 2005–2015 on esitetty kuvassa 3 (kohta 1.1), mukaan lukien ionisoimattoman säteilyn käytössä tapahtuneet poikkeavat tapahtumat, joista kerrotaan tarkemmin kohdassa 4.7.

Terveydenhuollon röntgentoiminnan poikkeavat tapahtumat, jotka eivät turvallisuusmerkitykseltään edellytä välitöntä ilmoittamista voitiin ilmoittaa ensimmäistä kertaa kootusti vuosi-ilmoituksella. Vuotta 2015 koskevia ilmoituksia saatiin 53:lta taholta ja niissä ilmoitettiin yhteensä 755 poikkeavasta tapahtumasta. Vuosi-ilmoitus eroaa viivytyksettä tehtävistä ilmoituksista siten, että vuosi-ilmoituksessa ilmoitetaan vain kuhunkin tapahtumakategoriaan kuuluvien poikkeavien tapahtumien lukumäärä. Vuosi-ilmoituksella ilmoitettujen poikkeavien tapahtumien lukumäärät kategorioittain on esitetty taulukossa 1.

Jäljempänä on esitetty poikkeavia tapahtumia ionisoivan säteilyn käytössä ryhmiteltyinä säteilyn käytön mukaan. Tyypillisistä tai merkittävistä tapahtumista on esitetty tarkempi kuvaus.

Poikkeavat tapahtumat terveydenhuollossa

Röntgentoiminnan poikkeavat tapahtumat

Viivytyksettä tehtyjä poikkeavien tapahtumien ilmoituksia oli 35. Yleisin syy poikkeavaan tapahtumaan oli laite- tai järjestelmävika ja seuraavaksi yleisin syy oli tutkimuksen suorittamisessa tapahtunut inhimillinen virhe. Prosentuaalisesti ne vastasivat 35 % ja 26 % välittömästi ilmoitetuista poikkeavien tapahtumien ilmoituksista. Moni poikkeava tapahtuma liittyi varjoaineen käytön epäonnistumiseen kuvauksessa. Esimerkiksi varjoaineletku oli irronnut kesken kuvauksen tai varjoaineen ruiskutuksen ajoitus oli väärä. Suurin potilaalle yksittäisestä tapahtumasta aiheutunut säteilyaltistus oli 14,5 mSv.

Esimerkkitapaus 1:

Sairaalan röntgenlaitteen annosautomaatti ei toiminut ja laite säteilytti kaikki kuvaukset järjestelmään asetetulla maksimiarvolla. Maksimiksi oli asetettu arvo, joka soveltui tukevalle henkilölle, mutta oli noin kolminkertainen hoikille potilaille. Vika havaittiin laadunvalvonnan yhteydessä, mutta laitteella ehdittiin kuvata yli 600 potilasta, joista osalle aiheutui yliannosta. Enimmillään kuvauksesta aiheutui potilaalle noin 0,35 mSv:n efektiivinen annos. Viallisella laitteella ei kuvattu lapsia.

Esimerkkitapaus 2:

TT-laite katkaisi kuvauksen kesken ja se jouduttiin uusimaan. Tämä tapahtui kahdella potilaalla ja johtui laiteviasta. Ensimmäisten tapausten jälkeen laitetta korjattiin ja se toimikin muutama päivän, mutta samanlainen vika palautui. Ensimmäisen potilaan ylimääräinen annos noin 2 mSv ja toisen potilaan alle 1 mSv.

Esimerkkitapaus 3:

Osastolla oli kaksi samalla sukunimellä olevaa miestä potilaina, joilla oli myös sama kutsumanimi. Potilaskuljettaja toi potilaan röntgeniin ja hoitaja tarkisti nimen tunnistusrannekkeesta. Potilaalle tehtiin vatsan varjoainetehosteinen TT. Myöhemmin osastolta huomattiin, että oli kuvattu väärä potilas. Turhasta kuvauksesta arvioitiin aiheutuneen potilaalle 14,5 mSv:n efektiivinen annos.

Vuosi-ilmoituksella ilmoitetut 755 tapahtumaa jakautuivat 16:n ennalta kuvatun kategorian (ST 3.3) lisäksi säteilyturvallisuusmerkitykseltään vähäisiin muihin tapahtumiin ja tarkemmin määrittelemättömiin läheltä piti -tapahtumiin. Ilmoitetuista tapahtumista 43 % koski lähetteeseen liittyviä virheitä, jotka saattoivat johtaa virheelliseen kuvaukseen, sillä lisätietojen mukaan tähän kategoriaan oli ilmoitettu myös läheltä piti -tilanteita. Yksittäisiä laitevikoja ilmoitettiin 127 tapauksessa, eli säteilyturvallisuusmerkitykseltään eriasteisia laitevikoja ilmoitettiin kokonaisuudessaan selvästi viime vuosia enemmän. Väärän potilaan kuvauksia oli 49 tapauksessa ja sikiön tahattomia altistuksia 3 tapauksessa.

Taulukko 1. Terveysthuollon vuosi-ilmoituksella ilmoitetut poikkeavat tapahtumat vuonna 2015.

Altistunut taho	Poikkeavan tapahtuman tyyppi	Syy tai tapahtumaan myötävaikuttanut tekijä	Tapahtumia vuodessa /kpl
Lähetteeseen liittyvät poikkeavat tapahtumat			
Väärä potilas	Lähetete tehty väärälle henkilölle	Inhimillinen virhe	16
		Inhimillinen virhe, lähetejärjestelmän virhealttius*) osana tapahtumaa	1
Potilas	Lähetteessä väärä tutkimus tai anatominen kohde	Inhimillinen virhe	187
		Inhimillinen virhe, lähetejärjestelmän virhealttius*) osana tapahtumaa	12
	Muu virhe lähetteessä		112
Tutkimuksen tekemiseen liittyvät poikkeavat tapahtumat			
Väärä potilas	Kuvattu väärä potilas	Potilaan henkilöllisyyttä ei varmistettu ennen tutkimusta	32
Potilas	Tehty väärä tutkimus tai kuvattu väärä anatominen kohde	Tutkimuksen suorittamisessa tapahtunut inhimillinen virhe	45
	Epäonnistunut tutkimus tai tutkimukseen liittyvä ylimääräinen altistus	Vialliset tai puutteelliset toimintaohjeet	6
		Tutkimuksen suorittamisessa tapahtunut inhimillinen virhe	81
Ylimääräinen altistus, muut tapahtumat			
Potilas	Epäonnistunut tutkimus tai tutkimukseen liittyvä ylimääräinen altistus	Yksittäinen laitevika	127
		Laitteen, oheislaitteen tai järjestelmän tms. virhealttius*) osana tapahtumaa	50
	Tarpeettomasti toistettu tutkimus	Ei tietoa aiemmin tehdystä vastaavasta tutkimuksesta tai aiemmin tehdyn tutkimuksen tulokset eivät käytettävissä	22
Potilas ja työntekijä	Lisäksi työntekijä altistunut yllä mainitun poikkeavan tapahtuman yhteydessä (kun työntekijän altistus merkityksetön)		4
Työntekijä	Työntekijän altistuminen (kun altistus merkityksetön)		10
	Muu tapahtuma:		30
Tarkoitukseton sikiön altistuminen			
Sikiö	Kuvattu raskaana oleva	Raskaus niin alkuvaiheessa, että sitä ei voi todentaa	1
		Raskauden mahdollisuutta ei selvitetty ennen toimenpidettä	2
Läheltä piti -tilanne, joka aiheuttanut käyttöpaikalla toimenpiteitä			
	Silloin kun ei ole tarkoituksenmukaista tehdä tarkempaa ilmoitusta viranomaiselle		17
*) Virhealttiudella tarkoitetaan tässä laitteen tai järjestelmän huonoa käytettävyyttä, jolloin helposti tehtävissä oleva inhimillinen virhe johtaa ylimääräiseen säteilyaltistukseen.			

Isotooppiyksiköissä tapahtuneet poikkeavat tapahtumat

Terveysthuollon isotooppiyksiköt ilmoittivat 27 poikkeavaa tapahtumaa. Yhdeksässä tapauksessa poikkeava tapahtuma oli aiheutunut laiteviasta, viidessä tapauksessa potilaalle oli annettu väärää radiolääkettä tai oikeaa radiolääkettä väärä aktiivisuus, lisäksi kolmessa tapauksessa työntekijä kontaminoitui radiolääkkeestä. Kahdessakymmenessä tapauksessa altistuneena osapuolena oli potilas ja seitsemässä tapauksessa altistui työntekijä. Suurin potilaalle yksittäisestä tapahtumasta aiheutunut säteilyaltistus oli 17 mSv.

Esimerkkitapaus 1:

Kuvantamislaitteen laadunvalvontafantomia täytettäessä neula irtosi ruiskusta ja työntekijän yläruumiille ja kasvoille roiskahti muutamia pisaroita radioaktiivista Yttrium-90-liuosta. Välittömästi tapahtuman jälkeen työntekijä puhdisti itseään kunnes hänestä ei enää havaittu taustasta poikkeavia säteilyarvoja. Työntekijän silmät, suu ja kasvat tarkastettiin työterveydessä, mutta niissä ei havaittu mitään poikkeavaa. Ihon ekvivalenttiannokseksi arvioitiin noin 50 mSv.

Esimerkkitapaus 2:

Potilaalle annettiin sydämen perfuusiotutkimuksessa virheellisen lähteen takia väärää merkkiainetta (Tl-201), joka aiheuttaa suuremman säteilyannoksen potilaalle kuin tavallisesti käytettävä merkkiaine (Tc-99m). Potilaalle arvioitiin aiheutuneen 17 mSv:n ylimääräinen efektiivinen annos. Arvioitu annos saatiin, kun Tl-201:lla tehdyn tutkimuksen annoksesta vähennetään Tc-99m:llä tehdyn tutkimuksen annos.

Esimerkkitapaus 3:

Potilaalle annettiin 370 MBq:n I-131-kapseli kilpirauhasen liikatoiminnan hoitoa varten. Potilaan nielemisvaikeuden johdosta kapseli takertui kurkuun. Kapselin poistamista varten kutsuttiin korvalääkäri, joka sai fiberoskoopilla tähytäen poistettua osan kapselistä (140 MBq). Loppuosa kapselistä hajosi ja levisi nieluun. Toimenpiteessä korvalääkärin kädet kontaminoituivat, mutta puhdistustoimenpiteiden avulla aktiivisuuskate käsisä saatiin hyväksyttäviin arvoihin. Elektronisen

dosimetrin perusteella lääkärille aiheutui ulkoisesta säteilystä 19 µSv:n annos.

Sädehoidon poikkeavat tapahtumat

Sädehoidosta ilmoitettiin kaksi poikkeavaa tapahtumaa, joista toinen koski jälkilatauslaitteen huollossa tapahtunutta työntekijöiden altistusta ja toinen virheellistä kohdistusta palliatiivisessa sädehoidossa.

Esimerkkitapaus 1:

Jälkilataushoitolaitteen huollossa lähde oltiin asettelemassa takaisin laitteeseen, mutta lähde oli liukunut pois suojuksen sisältä ennenaikaisesti. Tapauksessa altistui kaksi fyysikkoo ja huoltoinsinööri. Toisen fyysikon altistus oli 4 µSv ja toisen fyysikon ja huoltoinsinöörin 2 µSv.

Esimerkkitapaus 2:

Keuhkoja tukkivan tuumorimassan hoitoon annettiin palliatiivista sädehoitoa. Hoito toteutettiin VMAT-tekniikalla 3 Gy · 10 hoitofraktiota. Hoitokerroilla 2–4 puuttuvan longitudinaalisiirron takia hoito kohdistui noin 4–5 cm liian alas. Hoito oli kohdistettu kaksi nikamaa liian alas, vaikka ennen hoitoa oli tehty ortogonaalinen kohdistus kV-kuvauksella. Potilaalle annettu ensimmäinen hoitokerta oli toteutettu oikein, koska siirrot oli katsottu suunnitelmasta. Hoitokerrat 2–4 oli kohdistettu liian alas (3 Gy · 3). Viidennellä hoitokerralla ylifyysikko pyydettiin katsomaan, miksi kohdistus ei onnistu. Tällöin huomattiin siirroksen puuttuminen. Siirroksen huomioimisella ja potilaan asemoimisella hoito saatiin annettua oikeaan kohtaan. PTV:n (planning target volume) muodosta johtuen 4–5 cm:n siirros tarkoitti, ettei hoitokerroilla 2–4 hoito osunut laisinkaan PTV:n yläosaan.

Poikkeavat tapahtumat teollisuudessa, tutkimuksessa ja kuljetuksessa

Säteilyn käyttö teollisuudessa

Säteilyturvakeskukselle raportoitiin vuonna 2015 11 poikkeavaa tapausta, jotka koskivat säteilyn käyttöä teollisuudessa. Näistä tapauksista viidesä työntekijä altistui huoltotöiden yhteydessä radiometrisen mittalaitteen lähettämälle säteilylle, koska säteilylähteen suljinta ei oltu suljettu asianmukaisesti. Yhdessä tapauksessa työntekijä altis-

tui kädessä pidettävän röntgenanalyysoijan säteilylle. Ajoneuvojen läpivalaisu toiminnassa sattui kaksi tapausta, joissa henkilö läpivalaistiin. Yhden paperin laatumittauksessa käytetyn Pm-147:n todettiin vuotavan. Lisäksi yksi kädessä pidettävä röntgenanalyysoija varastettiin ja yhdessä tapauksessa kävi ilmi, että jätteenpolttolaitoksessa oli käytetty umpilähteitä ilman turvallisuuss lupaa.

Esimerkkitapaus 1:

Henkilö oli mennyt kuorisiiloon hitsaustyöhön niin, että säteilylähdettä ei ollut suljettu. Säteilylähteenä oli Cs-137, jonka aktiivisuus oli 1 786 MBq. Etäisyys säteilylähteeseen oli noin 3 metriä, seinämän paksuus 6 mm (terästä) ja työskentely oli kestänyt tunnin verran. Toinen henkilö oli lisäksi siilon luukulla muutaman metrin kauempana säteilylähteestä. Suurin altistus oli kuitenkin vain noin 10 µSv.

Esimerkkitapaus 2:

Paperitehtaan pintapainomittarilaitteen säteilylähde Pm-147, jonka aktiivisuus oli 37 GBq, ei toiminut oikealla tavalla paperin päällystemäärän mittauksessa. Säteilylähde todettiin mittauksissa vahingoittuneeksi. Säteilyturvakeskus teki tarkastuksen paperitehtaalalle. Tehtaalla tarkastettiin huolellisesti tilat, jossa pintapainomittarilaitetta oli käytetty ja käsitelty. Tilat todettiin mittauksilla puhtaaksi. Säteilylähde oli kontaminoinut vain laitteen sisäpuolen. Kontaminoitunut laite toimitettiin säteilylähteineen valmistajalle.

Esimerkkitapaus 3:

Säteilylähteiden käytöstä poiston yhteydessä kävi ilmi, että jätteenpolttolaitokselle vuonna 1995 hankituille umpilähteille ei ollut koskaan haettu turvallisuuss lupaa. Laitteet oli kuitenkin merkitty asianmukaisesti koko ajan. Umpilähteet toimitettiin tunnustetulle laitokselle.

Esimerkkitapaus 4:

Toiminnanharjoittajan tiloista varastettiin muun tavaran mukana kannettava röntgenanalyysoija (45 kV). Tapauksesta tiedotettiin sidosryhmiä. STUKin tietojen mukaan laitetta ei ole löytynyt.

Teollisuuden radiografiatoiminta

Vuonna 2015 Säteilyturvakeskukselle raportoitiin neljä teollisuusradioografiaan liittyvää poikkeavaa tapahtumaa.

Esimerkkitapaus 1:

Putkistojen kuvauksissa käytettävä gammalähde (Ir-192) ei kelaunut kokonaan suojuksen suoja-asemaan, ja filmiä vaihtamaan mennyt kuvaaja sai lyhyenä aikana ylimääräisen säteilyannoksen (syväannos 4,39 mSv). Kuvauspaikka oli meluinen ja tästä syystä säteilyhälyttimen ääntä ei havaittu ajoissa.

Esimerkkitapaus 2:

Putken kuvausten aikana kuvaajat (2 kpl) olivat menneet tarkastelemaan kuvattavaa hitsausliitosta, kun putkessa ollut panoraamaröntgenlaitte oli päällä. Kuvaajat olivat kuumen ilman vuoksi riisuneet työtakkinsa, ja säteilyhälyttimet ja dosimetrit olivat takkien taskuissa röntgenlaitteen ohjauspöydän luona. Kun putkea lähestyttäessä ei myöskään käytetty säteilymittaria, kuvaajat eivät olleet huomanneet kohonnutta säteilytasoa. Toiselle kuvaajista aiheutui 0,8 mSv:n kokokehon annos.

Löytyneet säteilylähteet

Vuoden 2015 aikana STUKiin ilmoitettiin 9 tapahtumaa, joissa kierrätysmetallirytyksen tai terästehtaan säteilyvalvontamittarit olivat havainneet radioaktiivista ainetta. Kierrätysmetallin joukosta löytyi Cs-137-, Co-60-, Am-241- ja Am-Be-säteilylähteitä. Kolmessa tapauksessa kyseessä olivat luonnon radioaktiiviset aineet kuten radium. Lisäksi poliisin löytötavaroiden joukosta löytyi tähtäin, joka sisälsi radiumia (Ra-226).

Am-Be-säteilylähde löytyi Ruotsista metalliromukuorman joukosta. Kuorma oli lähtöisin Suomesta. Lähde ei löytynyt STUKin rekisteristä ja sen alkuperä on tuntematon.

Yhdessä tapauksista Am-241-säteilylähde joutui terästehtaalalla sulatukseen. Tehtaan ulkopuolelle ei aiheutunut säteilyvaaraa eikä työntekijöille säteilyaltistusta suoritettujen suojaustoimenpiteiden vuoksi. Amerikium-lähteen sulattaminen ei

saastuttanut valmistettavaa metallia, koska suurin osa amerikumista päättyi prosessissa syntyneeseen kuonaan ja savukaasupölyihin.

Radioaktiivisten aineiden lisäksi metalliromun joukosta löytyi yhden kerran tyhjiä säteilylähteiden pakkauksia, joista ei ollut poistettu säteilyn varoitusmerkintöjä.

Esimerkkitapaus 1:

Tehtaan metalliromun säilytysalueelta löytyi pieneltä maa-alueelta säteilevää materiaalia (sakkaa) arviolta joitakin kiloja. Sakasta otettu näyte mitattiin STUKissa ja todettiin, että se sisältää luonnon radiumia (Ra-226) ja vähäisempiä määriä torium-sarjan aineita. Oletettavasti sakka oli peräisin teollisuusprosessin puretuista putkistoista, joihin sakka ja radium olivat saostuneet prosessin aikana ja varisseet sitten romualueelle. Radiumin määräksi arvioitiin vähemmän kuin 3,4 MBq. STUK antoi radiumia sisältävän sakan loppusijoittamisesta lausunnon, jossa todettiin, että se voidaan loppusijoittaa teollisuuslaitoksen jätealueelle. Sijoitettavan radiumin määrä on vähäinen verrattuna jätealueella jo olevaan luonnon radiumin määrään eikä se aiheuta ympäristön saastumista tai säteilyaltistusta ihmisille loppusijoittamisen jälkeen.

Esimerkkitapaus 2:

Kierrätysmetalliyrityksen säteilymittausportti hälytti metallikuormassa olevasta radioaktiivisesta aineesta. STUKin tekemässä tarkastuksessa materiaalin joukosta löytyi halkaisijaltaan noin 20 cm:n kokoinen metallilaippa, jossa todettiin cesiumia (Cs-137). Annosnopeus metallilaipan pinnalla oli noin 1,2 mSv/h, ja aktiivisuudeksi arvioitiin noin 30 MBq. Laipan tai kuorman muiden metallikappaleiden pinnoilla ei havaittu kontaminaatiota. Säteilevä laippa toimitettiin tunnustetulle laitokselle. Siellä selvisi, että laipan keskelle

oli kiinnitetty cesiumia sisältävä umpilähdekapseli. Kapselissa olevien merkintöjen perusteella säteilylähteelle ei löytynyt alkuperäistä haltijaa Suomesta.

Säteilylähteiden katoaminen

Toiminnanharjoittajan säteilyn käytön tarkastuksessa todettiin, että kaksi Am-241-säteilylähdettä (2,6 MBq ja 370 MBq) eivät olleet enää yhtiön hallussa. Etsinnöistä huolimatta säteilylähteiden kohdalla ei pystytty varmistamaan. Todennäköisesti säteilylähteet on joko palautettu niiden toimittajalle tai ne ovat päätyneet elektroniikkaromun mukana kierrätykseen.

Avolähteiden käyttö

Säteilyturvakeskukselle raportoitiin vuonna 2015 yksi avolähteisiin liittyvä poikkeava tapahtuma, jossa työntekijän käsi ja vaatteet kontaminoituivat laitehuollon yhteydessä F-18-liuoksella. Työntekijä vaihtoi vaatteet ja puhdisti käden kontaminaatiosta helposti irtoavan osuuden. Käden iholle aiheutui n. 12 mSv:n/cm² annos (annosraja 500 mSv).

Radioaktiivisten aineiden kuljetus

Säteilyturvakeskukselle raportoitiin vuonna 2015 yksi radioaktiivisten aineiden kuljetukseen liittyvä poikkeava tapahtuma. Tapauksessa P-32:ta sisältävä paketti toimitettiin sairaalan sijasta väärään paikkaan, sairaalan läheisyydessä sijaitsevaan K-Marketiin. Sairaala sai K-Marketista tiedon, että paketti oli siellä, ja henkilökunta nouti sen sairaalaan. Kuljetuksen suorittajalta saadun selvityksen perusteella paketti oli laitettu virheellisesti kyydissä olleiden muiden lavalähetysten päälle. Lähetys oli matkan varrella todennäköisesti tippunut toiseen rullakkoon, joka oli toimitettu K-Marketiin. Tapauksesta ei aiheutunut ylimääräistä annosta.

3 Luonnonsäteilylle altistavan toiminnan valvonta

Luonnonsäteilyn valvonta (paitsi avaruussäteily) siirtyi osaksi Ympäristön säteilyvalvonta ja valmius -osaston tehtäviä 1.6.2014. Tässä kappaleessa kuvataan maaperästä peräisin olevan luonnonsäteilyn ja siihen liittyvän toiminnan valvonta.

3.1 Radon tavanomaisilla työpaikoilla

Vuonna 2015 STUKin radonpurkeilla tehtiin 2 937 mittausta työpaikoilla, mikä on kaksi kertaa enemmän kuin edellisenä vuonna. STUKin radontietokantaan kirjattiin aikaisempaa huomattavasti enemmän muiden toimijoiden tekemiä radonpurkimittauksia (n=485). Työnaikaisen radonpitoisuuden mittauksia tehtiin vähemmän kuin edellisenä vuonna; STUK teki 12 mittausta, ja 10 muun toimijan tekemää mittaustulosta kirjattiin STUKin radontietokantaan.

Tavanomaisille työpaikoille lähetettiin 1 313 radonpitoisuuteen liittyvää tarkastuspöytäkirjaa (yhdessä tarkastuspöytäkirjassa käsitellään useampi mittauspiste). Tavanomaisille työpaikoille lähetettyjen radoniin liittyvien tarkastuspöytäkirjojen lukumäärät ja annetut määräykset on esitetty taulukossa 2.

Tavanomaisilla työpaikoilla työaikainen radonpitoisuuden vuosikeskiarvo 400 Bq/m^3 ylittyi 248 mittauspisteessä ja kahdella loughinta- ja rakennustyömaalla. Toimenpidearvon ylityksistä STUK antoi määräyksiä lisäselvityksistä ja/tai radonaltistumisen vähentämisestä. Työnantajien ilmoitusten mukaan 421 työntekijää olisi työskenellyt vuoden 2015 lopussa työtilassa, jossa radonpitoisuus 400 Bq/m^3 ylittyi. Toimenpidearvon ylittäneistä mittauspisteistä 36 % saatiin korjattua niin, että radonpitoisuus saatiin pienemmäksi kuin 400 Bq/m^3 . STUK valvoo, että loppuilla työpaikoilla radonaltistuminen saadaan pienennettyä. STUKin radontietokantaan tallennettujen tavanomaisten työpaikkojen radonpitoisuuden jakauma on esitetty taulukossa 3.

Jos korjaavien toimenpiteiden jälkeenkin työpaikan radonpitoisuutta ei saada pienennettyä, sinne määrätään radonaltistumisen seuranta. Altistumisen seurannassa on ollut vuonna 2015 seitsemän toiminnanharjoittajaa (14 työnantajaa). Yhden toiminnanharjoittajan tiloissa voi työskennellä usean eri yrityksen työntekijöitä.

3.2 Radon maanalaisilla kaivoksilla ja loughintatyömailla

Maanalaisten kaivosten radonaltistus tarkastettiin asetettujen tavoitteiden mukaisesti, tarkastusväli on pääsääntöisesti kaksi vuotta. Lisäksi tarkastettiin kaikki säteilyasetuksen 29 §:n mukaisesti STUKille ilmoitetut pitkäkestoiset maanalaiset loughintatyömaat. Radontarkastuksia tehtiin paikan päällä viidessä maanalaisessa kaivoksessa ja 19 eri maanalaisella loughinta- tai rakennustyömaalla. Radonpitoisuus oli suurempi kuin 400 Bq/m^3 kahdella loughinta- ja rakennustyömaalla. Toisella työmaalla radonpitoisuus saatiin pienentymään korjaustoimilla ja toisella työmaalla työaika oli lyhyt, jolloin radonaltistuminen jäi pieneksi.

3.3 Rakennusmateriaalien radioaktiivisuus

STUK valvoo rakennusmateriaalien ja muiden materiaalien sisältämistä luonnon radioaktiivisista aineista aiheutuvaa altistusta. Talonrakennustuotantoon käytettävistä rakennusmateriaaleista väestölle aiheutuvan säteilyaltistuksen toimenpidearvo on 1 mSv vuodessa. Rakennustuotantoon tarkoitettujen rakennusmateriaalien radioaktiivisuutta koskevia valvontamittauksia tehtiin yhteensä 104 kappaletta. Näistä selvitystä edellyttäviä tarkastuspöytäkirjoja tehtiin yhteensä 29. STUKiin toimitettujen selvitysten mukaan yhtään annosylitystä ei ollut. Rakennusmateriaalien aktiivisuusmittaukset ovat lisääntyneet rakennustuoteasetuksen myötä, joka

astui voimaan 1.7.2013. Rakennustuoteasetus tekee CE-merkinnästä pakollisen myös Suomessa kaikille niille markkinoille saatetuille rakennustuotteille, jotka kuuluvat harmonisoidun tuotestandardin soveltamisalaan. Eurooppalainen standardisointijärjestö CEN laatii harmonisoidut tuotestandardit.

3.4 Talousveden radioaktiivisuus

STUK valvoo talousveden sisältämistä luonnon radioaktiivisista aineista aiheutuvaa altistusta. Talousveden sisältämien radioaktiivisten aineiden aiheuttama annos saa olla enintään 0,5 mSv vuodessa (ruuan ja juoman mukana saatu annos). Talousveden radioaktiivisuutta valvottiin 26 kohteessa sisältäen vesilaitoksia ja julkisia tiloja. Yhdessä kohteessa radonpitoisuus ylitti toimenpidearvon ja toiminnanharjoittaja on ryhtynyt toimenpiteisiin radonpitoisuuden pienentämiseksi juomavedessä. Missään valvontakohteessa 0,5 mSv:n annos ei ylittynyt. Talousvedessä olevat

luonnon radioaktiiviset aineet ovat peräisin maa- ja kallioperän radioaktiivisista aineista, jotka liukenevat pinta- ja pohjaveteen.

3.5 Muu luonnonsäteilyn valvonta

STUK on valvonut Talvivaaran kaivoksen ympäristön radioaktiivisuutta säännöllisillä 3–4 kertaa vuodessa tehtävillä näytteenotoilla. Valvonnassa on havaittu kohonneita, yli 100 mikrogrammaa litrassa, uraanipitoisuuksia lähinnä kaivosalueen vesistöissä kuten avolouhoksessa ja Salmisessa. Kaivosalueen ulkopuolisten vesistöjen pintavesissä pitoisuudet ovat niin pieniä, että niillä ei ole säteilysuojelullista merkitystä ihmiselle, eläimille tai ympäristölle. Näin pienistä pitoisuuksista ei aiheudu ihmisille terveyshaittaa. Tällä hetkellä säteilyn suhteen ei ole rajoituksia alueen ympäristön luonnontuotteiden sekä elintarvikkeiden käytölle. Ympäristövalvonnan lisäksi on osallistuttu erilaisiin kaivostoimintaa koskevien lausuntojen laatimiseen.

Taulukko 2. Tavanomaisille työpaikoille lähetettyjen radoniin liittyvien tarkastuspöytäkirjojen lukumäärät ja annetut määräykset 1.1.–31.12.2015.

Mittauspisteeseen määrätty radonkorjaus tai työnaikaisen radonpitoisuuden selvitys	103
Mittauspisteeseen määrätty kesämittaus vuosikeskiarvon määrittämiseksi	36
Mittauspisteeseen määrätty uusintamittaus	8
Lähetetty maksullinen muistutus tekemättömistä korjauksista, mittauksista tai ilmoituksista	19
Lähetetty maksullinen pöytäkirja (ensimmäinen on ilmainen)	19
Lähetettyjen tarkastuspöytäkirjojen lukumäärä yhteensä	1 313

Taulukko 3. STUKin radontietokantaan tallennettujen tavanomaisten työpaikkojen radonpitoisuuksien jakauma ja arvioitu työntekijöiden lukumäärä mittauspisteissä vuoden 2015 lopussa. Lyhyen työajan perusteella valvonta oli lopetettu 36 mittauspisteessä, joissa työntekijöitä oli toiminnanharjoittajien ilmoitusten mukaan reilu sata.

Radonpitoisuus *) Bq/m ³	Työpaikka- mittausten lukumäärä	Prosenttia kaikista työpaikkamittauksista (n = 3444) **)	Työntekijöiden lukumäärä ***)
< 200	2 872	83	10 672
≥ 200	572	17	1 141
≥ 300	385	11	712
≥ 400	248	7	421
≥ 1000	62	2	96

*) Jos mittauspisteessä oli tehty kesämittaus, taulukkoon on laskettu radonpitoisuuden vuosikeskiarvo. Jos mittauspisteessä oli tehty työnaikaisen radonpitoisuuden mittaus, sen antamaa tulosta on käytetty radonpurkkimittauksen sijaan.

**) Useita kymmeniä mittauspisteitä on mitattu useammin kuin kerran. Vuonna 2015 mittauspisteitä oli 2 937.

***) Radontietokannassa on 2 033 mittauspistettä, joihin työnantaja oli ilmoittanut työntekijämäärän. Näissä työskentelee 11 813 henkilöä. Työntekijälukuihin ei ole huomioitu työpisteitä, joista on ilmoitettu, että siellä ei ole työntekijöitä. Vaikka työntekijät olisivat työskennelleet jossain vaiheessa vuotta korkeissa radonpitoisuuksissa, tätä ei ole huomioitu, jos työpisteen radonpitoisuus on saatu pienennettyä.

4 Ionisoimattoman säteilyn käytön valvonta

4.1 Yleistä

Ionisoimattomalla säteilyllä tarkoitetaan ultraviolettisäteilyä, näkyvää valoa, infrapunasäteilyä, radiotaajuisia säteilyä sekä pientaajuisia ja staattisia sähkö- ja magneettikenttiä. Näkyvän valon erikoistapauksena on koherentti valo eli lasersäteily. Ionisoimattoman säteilyn käyttö edellyttää ennakotarkastuksen vain eräissä erikoistapauksissa, kuten käytettäessä suuritehoisia lasereita yleisesityksissä. Muilta osin STUKin Ionisoimattoman säteilyn valvonta -yksikkö (NIR-yksikkö) suorittaa markkinavalvontaa laitteille ja toiminnoille, jotka aiheuttavat väestön altistumista ionisoimattomalle säteilylle. Markkinavalvonta kohdistuu seuraaviin toimintoihin:

- solariumpalvelut
- kuluttajakäyttöön tarkoitetut laserlaitteet
- langattoman viestinnän päätelaitteet ja suuritehoiset radiolähettimet, jotka aiheuttavat väestön altistumista
- ionisoimatonta säteilyä hyödyntävät kosmetiset hoitolaitteet ja niiden käyttö palvelutoiminnassa

Valvonnan lisäksi STUK opastaa sosiaali- ja terveysministeriön asetuksen 294/2002 matalataajuisien sähkö- ja magneettikenttien suositusarvojen soveltamisessa esimerkiksi voimajohtojen osalta ja hyväksyy puolustusvoimien radio- ja tutkalaitteiden käytön tarkastuksissa ja valvonnassa käytettävät menetelmät ja ohjeet.

NIR-yksikön suoritteet ionisoimattoman säteilyn käytön valvonnassa vuosina 2006–2015 on esitetty liitteen 1 taulukoissa 13–16. Vaarallisia lasereita on ollut markkinoilla muutaman edellisen vuoden tapaan paljon, mutta 2015 havaittiin tilanteen olevan osoitinlasereiden osalta parane-
maan päin. Sen sijaan luvattomia esityksiä ja vaatimusten vastaisia efektilasereita havaittiin aiempaa enemmän. STUK puuttui vuoden 2015 aikana yhteensä 18 kertaa vaarallisen laitteen kauppaan

ja kolmesti luvattomaan esitykseen. Markkinoilla havaittiin ensimmäistä kertaa useita vaatimusten vastaisia radiolaitteita. Suurin osa laitteista oli verkkokauppojen halpoja tablettitietokoneita. Sähkömagneettisiin kenttiin liittyviä viranomaisen lausunto- ja tietopyyntöjä on tullut STUKille edellisten vuosien tapaan runsaasti. Erityisesti voimajohtohankkeista on pyydetty usein STUKin lausuntoa.

Valvontatehtävien lisäksi STUK vaikuttaa aktiivisella viestinnällä UV-säteilyn haitallisten vaikutuksen vähentämiseksi ja osallistuu asian-
tuntijana sähkömagneettisten kenttien terveysvaikutusten ympärillä käytävään keskusteluun. Etenkin matkapuhelinten tukiasemia ja langattomia verkkoja kohtaan tunnettu huoli on näkynyt STUKille tulleissa kansalaiskyselyissä ja tietopyynnöissä.

4.2 UV-säteilyä tuottavien laitteiden valvonta

Solariumlaitteita ja niiden käyttöpaikkoja valvotaan yhteistyössä kuntien terveydensuojeluviranomaisten kanssa 1.7.2012 voimaan tulleen säteilylain muutoksen perusteella. Terveystarkastajat tekevät tarkastuksia terveydensuojelulain mukaisen valvonnan yhteydessä ja toimittavat havainnoista raportin STUKille päätettäväksi. Lisäksi STUK tekee omia tarkastuksia tarpeen vaatiessa.

Itsepalvelusolariumit kieltävän lakimuutoksen (Säteilylain 44 §) siirtymäaika päättyi 1.7.2015. STUK selvitti lakimuutoksen noudattamista aktiivisella omalla seurannalla ja kansalaisyhteydenottojen perusteella. Tarkempia selvityksiä pyydettiin seitsemältä toiminnanharjoittajalta ja neljä toimipistettä tarkastettiin käymällä paikan päällä. Lisäksi terveydensuojeluviranomaiset lähettivät tiedot 17 tarkastuksesta. (liite 1, taulukko 15) Viidessä paikassa ei ollut läsnä lain vaatimaa vastuuhenkilöä solariumlaitteiden kaikkina käyttöaikoina. Turvallisuuteen vaikuttavia vaka-

vampia teknisiä puutteita havaittiin viidessä ja vähäisiä puutteita neljässä kohteessa. Yleisimmät puutteet olivat käyttöohjeissa ja ajastimien asetusajoissa. Lisäksi STUK sai tiedon tapauksesta, jossa asiakas oli polttanut solariumissa pienen ihoalueen. Laitteen tarkastuksessa todettiin kuitenkin, että UV-säteilyn voimakkuus täytti vaatimukset.

4.3 Laserien valvonta

Kuluttajakäyttöön tarkoitettuja laserlaitteita valvotaan perinteisen kaupan ja Internet-kaupan markkinavalvontana. Lisäksi valvotaan suuritehoisten lasereiden käyttöä yleisöesityksissä.

Markkina- ja olosuhdevalvonnassa puututtiin kahdeksan laserlaitteen myyntiin tai käyttöön. Seitsemän laitteesta oli laserosoittimia. Näissä oli puutteita mm. tyyppitarkastustodistuksissa ja merkinnöissä ja kolmessa tapauksessa myytävien laitteiden teho oli selvästi suurempi kuin osoittimelle sallittu 1 mW. Merkinnöistä annettiin korjauskehotukset ja liian tehokkaat laitteet poistettiin markkinoilta. Yhdessä tapauksessa laseresityksen tarkastuksessa löydettiin suuritehoinen efektilaser, jossa ei ollut turvallisuusvaatimusten mukaista lukittavaa kytkintä. Laitteen maahan-tuojalle lähetettiin korjauskehoitus koskien kaikkia vastaavia tuotteita.

Kuluttajien väliseen kauppaan tarkoitettujen Internet-sivustojen ylläpidoille lähetettiin 14 myynti-ilmoituksen poistopyyntöä liian tehokkaiden laserosoittimien takia.

Yhteensä seitsemän laseresitystä tarkastettiin käyttöpaikalla. Lisäksi siirrettävälle laserlaitteistolle hyväksynnän saaneet toiminnanharjoittajat tekivät 28 ilmoitusta laseresityksistä. Tarkastuksissa turvajärjestelyt ja lasersäteiden suuntaaminen olivat pääosin vaatimusten mukaisia. Yhteenveto lasertarkastuksista on esitetty liitteessä 1, taulukossa 13.

4.4 Sähkömagneettisia kenttiä tuottavien laitteiden valvonta

STUK testasi langattomien päätelaitteiden markkinavalvonnassa 14 tuotetta (liitteen 1 taulukko 16). Valvonta keskittyi Suomen markkinoilla uudempiin merkkeihin. Kohteiksi valittiin puhelimia sekä taulutietokoneita. Lisäksi testattiin kaksi ammattikäyttöön tarkoitettua TETRA-puhelinta. Testatut laitteet eivät ylittäneet altistumisen

enimmäisarvoa, mutta useiden laitteiden merkinnöissä ja dokumenteissa oli puutteita. Kahden laitteen ohjeistuksen puutteita selvitettiin STUKin toimesta. Neljän laitteen osalta puutteita oli muun muassa CE-merkissä, joten asian käsittely siirrettiin näiden osalta edelleen Viestintävirastolle.

Matkapuhelinten tukiasemia valvottiin mittauskampanjalla sekä lukuisiin kansalaisyh-teydenottoihin perustuvilla alustavilla turvallisuus selvityksillä. Kaikki tukiasemat todettiin turvallisesti ja vaatimusten mukaisesti asennetuiksi.

STUK testasi markkinavalvontana 10 mikroaaltouunin vuotosäteilyn. Kaikki laitteet täyttivät niille asetetut vaatimukset.

4.5 Kosmeettisten NIR-sovellusten valvonta

Kosmeettisten NIR-sovellusten valvonnassa viimeisteltiin ja raportoitin kynsiuunien valvontakampanja ja jatkettiin tatuoinninpoistojen vaatimusten selvittämistä yhteistyössä Valviran ja AVIen kanssa. Lisäksi suunniteltiin laajempaa valvontakampanjaa, jonka toteutus alkaa 2016.

4.6 Muut tehtävät

Voimajohtohankkeista ja voimajohtojen läheisyyteen suunnitelluista asemakaavoista pyydettiin STUKilta edelleen usein lausuntoa. Lausuntoja annettiin yhteensä 11 kappaletta. STUK toteutti 2015 myös kattavan selvityksen työssä käytettävien radiolaitteiden aiheuttamasta altistumisesta. Lisäksi viimeisteltiin raportti kiinteistömuuntamoiden magneettikentistä.

Muista ionisoimattomaan säteilyyn liittyvistä asioista annettiin kolme lausuntoa. Aiheina olivat tutkat, laserlaitteet ja muiden hallinnonalojen lainsäädäntöhankkeet.

Valvonnan vaikuttavuutta lisättiin aktiivisella viestinnällä. STUK osallistui Tukesin koordinoimaan kampanjaan nettikaupan turvallisuudesta ja tiedotti aktiivisesti muun muassa UV-säteilyn vaaroista.

4.7 Poikkeavat tapahtumat

Vuonna 2015 STUKin tietoon tuli neljä ilmoitusta *ionisoimattoman* säteilyn aiheuttamista tapahtumista, jotka vaativat välittömiä toimenpiteitä. Kahdessa tapauksessa suuritehoisia lasereita käytettiin luvatta yleisöesityksessä. Saatujen tietojen perusteella silmävaurioiden riski oli huomattava.

Tapausten selvittäminen on kesken. Kolmannessa tapauksessa suuritehoista laseria käytettiin luvatta urheilukisassa tavoitetuloksen osoittamiseen. Laitteen käyttäjän toimittaman selvityksen perusteella käyttö ei aiheuttanut merkittävää vaaraa, mutta jatkokäyttö Suomessa edellyttää STUKin etukäteistarkastusta. Neljäs poikkeava tapahtuma

oli poliisin kautta STUKin tietoon tullut sivullisen osoittelu suuritehoisella laserosoittimella.

Poikkeavien tapahtumien lukumäärät vuosina 2006–2015 on esitetty kuvassa 3 (kohta 1.1; ks. myös kohta 2.8 poikkeavista tapahtumista ionisoivan säteilyn käytössä).

5 Säännöstötyö

ST-ohjeet

Säteilylainsäädännön mukaisen turvallisuustason toteuttamista varten STUK julkaisee säteilyn käyttäjille ja luonnonsäteilylle altistavan toiminnanharjoittajille tarkoitettuja ST-ohjeita. Ohjeet käännetään myös ruotsiksi ja englanniksi.

Vuonna 2015 päivitettiin ja julkaistiin seuraavat ohjeet:

- ST 5.8 Säteilylaitteiden asennus-, korjaus- ja huoltotyö
- ST 9.4 Laserien säteilyturvallisuus yleisesityksissä.

Lisäksi kumottiin ohje ST 12.3 "Talousveden radioaktiivisuus" veden radioaktiivisuutta koskevan EU-direktiivin toimeenpanon jälkeen.

Muu säännöstötyö

Uusi säteilysuojelun perusturvallisuudirektiivi (BSS 2013/59/Euratom) vahvistettiin 5.12.2013. Se on toimeenpantava kansallisessa lainsäädännössä 6.2.2018 mennessä. Toimeenpanon yhteydessä tehdään säteilylainsäädännön kokonaisuudistus. STM asetti säteilylainsäädännön kokonaisuudistusta ja säteilyturvallisuutta koskevan uuden direktiivin toimeenpanoa koordinoivan ohjausryhmän tammi-kuussa ja direktiivin asiakokonaisuuksia käsittelevät alatyöryhmät maaliskuussa. Ohjausryhmän

ja lähes kaikkien alatyöryhmien työ käynnistyi.

STUK valmisteli uuden säteilylain pykäläluonnokset ryhmien käsiteltäviksi STUKin projektisuunnitelman mukaisesti. Loppuvuodesta valmistelua tiivistettiin siten, että valmistelusta vastasi ydinryhmä, joka vastaa myös lain nojalla annettavien asetusten ja STUKin sitovien määräysten valmistelusta. Tavoitteena oli, että luonnos säteilylaista valmistuu 29.2.2016 mennessä siten, että se sisältää jo tekstit kaikkiin lukuihin ja pykäliin. BSS-direktiivin lisäksi ydinryhmä ottaa työssään huomioon nykyisen säteilylainsäädännön sekä IAEA:n suositukset. STUKin projektin ohjausryhmä seurasi kokouksissaan työn edistymistä ja otti kantaa valmistelun yhteydessä esille tulleisiin keskeisiin linjaustarpeisiin.

"Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2013/35/EU terveyttä ja turvallisuutta koskevista vähimmäisvaatimuksista työntekijöiden suojelemiseksi altistumiselta fysikaalisista tekijöistä aiheutuville riskeille (sähkömagneettiset kentät)" on toimeenpantava heinäkuuhun 2016 mennessä. Direktiivi toimeenpannaan Suomessa työturvallisuuslain (738/2002) perusteella annetulla valtioneuvoston asetuksella, jonka valmistelee STM. STUK osallistui työhön asiantuntijana ministeriön pyynnöstä.

6 Tutkimus

STUKin tutkimustoiminnan tavoitteena on tuottaa uutta tietoa säteilyn esiintymisestä, säteilyn mittaamisesta, säteilyn haittavaikutuksista ja niiden torjumisesta sekä säteilylähteiden ja säteilyn käyttömenetelmien turvallisuudesta ja optimoidusta käytöstä. Tutkimus tukee säteilyn käytön viranomaistoimintaa, mittanormaalitoimintaa ja onnettomuusvalmiuden ylläpitoa.

Säteilyn käyttöön liittyvän tutkimuksen tavoitteena on lisäksi parantaa tietämystä ja asiantuntemusta säteilyn käytössä ja varmistaa luotettava säteilyn mittaaminen. Ionisoivan säteilyn tutkimuksesta pääosa liittyy säteilyn lääketieteelliseen käyttöön ja painottuu potilaan säteilyturvallisuuteen. Tutkimustyölle on kasvava tarve tutkimus- ja hoitomenetelmien nopean kehityksen vuoksi. Ionisoimattoman säteilyn tutkimus keskittyy valvonnassa ja säännösten kehityksessä tarvittaviin altistumisen määrittämismenetelmiin.

STUK on toiminut aktiivisesti kotimaisen säteilyturvallisuustutkimuksen osaamispuhjan laajentamiseksi. STUK ja yhdeksän suomalaista yliopistoa perustivat STUKin koordinoiman Säteilyturvallisuustutkimuksen yhteenliittymän lokakuussa 2015. Yhteistyötä tiivistämällä yhteenliittymän tavoitteena on turvata korkeatasoisen säteilyturvallisuustutkimuksen jatkuminen Suomessa. Yhteenliittymän perustaksi laadittiin ja julkaistiin kesäkuussa kansallinen ohjelma, jossa kuvataan keskeiset tiedon tarpeet. Mahdollisia yhteenliittymän osapuolille sopivia hankehakua ja avautuu vuoden 2016 alkupuolella. Suomen Akatemia hyväksyi EURATOM-ohjelman niiden H2020-ohjelmien joukkoon, joiden hyväksytyille projekteille voidaan hakea myös Akatemiasta kansallista rahoitusta.

Myös yliopisto- ja yliopistosairaalapartnereita on rohkaistu osallistumaan säteilyturvallisuuteen ja säteilymetrologiaan liittyviin kansainvälisiin tutkimuskonsortioihin ja rahoitushakuihin.

Tutkimus- ja kehitystyötä tehtiin seuraavissa projekteissa:

Eurooppalainen metrologian tutkimusohjelma EMRP (European Metrology Research Programme)

EU:n rahoittama MetrExtRT-hanke (Metrology for radiotherapy using complex radiation fields) päättyi vuonna 2015 ja projektin tavoitteet saavutettiin. Tuloksena valmistui mittaussuunnitelma sädehoidon elektronisäteilyn annoslaskennan varmistukseen. Menetelmää käytetään STUKin viranomaisvalvonnassa ja sen kehittämiseen osallistui kotimaisia sädehoitoklinikoita. Mittausmenetelmän testaus tehtiin STUKin mittanormaalilaboratoriossa.

EU:n rahoittamassa MetroNORM -hankkeessa (Metrology for processing materials with high natural radioactivity) kehitetään tarkkoja, jäljitettäviä ja standardoituja menetelmiä ionisoivaa säteilyä lähettävien luonnon radioaktiivisten aineiden mittaamiseksi laboratorioissa, säteilyn monitorointipaikoilla ja kentällä. STUK osallistuu hankkeessa valmistettavien kalibrointi- ja referenssinäytteiden standardisointiin sekä uudenlaisen mittalaitteen rakentamiseen alfasäteilyn havaitsemiseksi erilaisilta pinnoilta kenttä- ja laboratorio-olosuhteissa. Mittalaite soveltuu käytettäväksi myös poikkeavissa säteilytilanteissa, jolloin aikaa vievää radiokemiallista näytteenkäsittelyä ei tarvita. Vuonna 2016 päättyvä hanke on STUKin osalta toteutunut suunnitellusti.

STUK osallistui vuoden 2015 metrologian tutkimusohjelman (nykyään nimeltään EMPIR) hakuun. Terveysteemaan saatiin hyväksyttyä perfuusiokuvantamista koskeva hanke, jossa STUK on mukana TT-kuvantamisosuudessa yhdessä Helsingin yliopiston kanssa.

Potilaan ihoannos ja henkilökunnan annokset toimenpideradiologiassa ja -kardiologiassa

STUK on yhdessä kotimaisten yliopisto- ja keskussairaaloiden kanssa tehnyt mittauksia potilaiden ihoannoksista ja henkilökunnan altistuksesta kardiologisissa tutkimuksissa ja toimenpiteissä. Samassa yhteydessä on kartoitettu myös säteilykeilaa lähinnä olevien työntekijöiden säteilyaltistus. Mittauksilla selvitetään altistuksen riippuvuutta toimenpiteen vaativuudesta ja potilaan ominaisuuksista. Selvityksen tuloksia käytetään kardiologisten vertailutasojen päivitykseen vuoden 2016 aikana.

STUK on osallistunut myös EURADOS-yhteistyöhön, jossa on kehitetty potilaan ihoannoksen mittausmenetelmiä toimenpideradiologiassa ja -kardiologiassa. Yhtenä tavoitteena on tutkia, voidaanko ihoannokselle asettaa yhteiseurooppalainen hälytysraja, jotta potilaan ihovaurioilta vältytään.

EURALOC-projektissa STUK on tehnyt kardiologien silmäannosmittauksia kolmessa kotimaaisessa sairaalassa. STUK osallistuu myös kardiologien kaihiritkin selvittämiseen.

Henkilöstön hyvinvointi magneettikuvaustyössä

STUK osallistui vuosina 2011–2015 Työterveyslaitoksen koordinoimaan ja Työsuojelurahaston tukemaan tutkimushankkeeseen, jonka tavoitteena oli luoda tietoa ja työkaluja työntekijöiden työolojen, -viihtyvyyden ja -turvallisuuden parantamiseen magneettikuvaustyössä. Hanke valmistui marraskuussa 2015. Hankkeen tärkeimpänä tuloksena julkaistiin opas "Henkilöstön työhyvinvointia edistävät toimintatavat magneettikuvaustyössä".

Muu tutkimustoiminta

CT-DEI-hankkeessa kehitettiin menetelmiä TT-laitteiden diagnostisen kuvanlaadun karakterisointiin. Tuloksista on julkaistu tieteellinen review-artikkeli.

Vuonna 2014 tehdyn ^{12}C -ionien jarrutuskyky-mittausten tulokset analysoitiin, ja aiheesta tehtiin Pro Gradu -tutkielma Jyväskylän yliopistossa. Tieteellinen artikkeli on tarkoitus julkaista vuoden 2016 aikana. TT-dosimetriasta ja siihen liittyvistä kalibrointikäytännöistä tehtiin Pro Gradu -tutkielma Jyväskylän yliopistoon.

7 Kansainvälinen yhteistyö

Osallistuminen kansainvälisten järjestöjen ja toimikuntien työhön

Säteilytoiminnan valvonta -osaston edustajat ovat mukana monissa ionisoivan ja ionisoimattoman säteilyn käytön valvontaa sekä turvallisuusohjeiden ja mittausmenetelmien kehittämistä ja säteilyalan standardisoimistoimintaa käsittelevissä kansainvälisissä järjestöissä ja toimikunnissa, mm. IAEA, NACP, EURADOS, EURAMET, ESTRO, ESOREX, AAPM, IEC, ISO, CEN, CENELEC, ICNIRP, EAN, EUTERP, HERCA, EURATOM/Artikla 31-asiantuntijaryhmä, WHO, UNSCEAR.

Säteilytoiminnan valvonta -osasto on mukana Euroopan Komission projektissa (PiDRL), jonka tavoitteena on valmistella suositus potilaan säteilyaltistuksen vertailutasoista lasten radiologisissa tutkimuksissa ja toimenpiteissä. Suosituksesta valmistui ensimmäinen luonnos ja se viimeistellään julkaistavaksi vuonna 2016.

Säteilytoiminnan valvonta -osasto toimii kouluttajana IAEA:n kautta tulleille Itäeurooppalaisille tarkastajille.

Osallistuminen kansainvälisten työryhmien kokouksiin

Vuonna 2015 STUKin edustajat osallistuivat seuraavien kansainvälisten järjestöjen ja työryhmien kokouksiin:

- EURAMETin (European Association of National Metrology Institutes) vuosittainen yhdyshenkilökokous
- Pohjoismaisen dosimetriaryhmän kokous
- Pohjoismaisen terveydenhuollon säteilyn käytön ryhmän (Nordic group for medical applications) kokous
- HERCA (Hheads of the European Radiological Protection Competent Authorities) ja sen työryhmät
- EURADOSin (European Radiation Dosimetry Group) vuosikokous ja sen työryhmät
- ESOREXin (European Study on Occupational Radiation Exposure) kokous
- NORGIR-kokous (Nordic Working Group on Industrial Radiation)
- EACA:n (European Association of Competent Authorities on the transport of radioactive material) kokous
- ICNIRP (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection).
- NACP Radiation Physics Committee
- Nordic Ozone Group (mm. UV-asiat)
- Pohjoismaisten säteilysuojeluviranomaisten NIR-seminaari
- WHO EMF-project ja InterSun Programme; international advisory group
- IEC TC 61 MT 16 -kokous (solariumstandardit)
- IAEA: Transport Safety Standards Committee
- IAEA: Radiation Safety Standards Committee.

8 Kotimainen yhteistyö

Osallistuminen kotimaisten järjestöjen ja toimikuntien työhön

STUKin edustajat ovat mukana monissa ionisoivan ja ionisoimattoman säteilyn käytön valvontaa ja tutkimusta sekä säteilyalan standardisointitoimintaa käsittelevissä kotimaisissa järjestöissä ja toimikunnissa, kuten Metrologian neuvottelukunta, Sädeturvapäivätoimikunta, Sairaala fyysikoiden erikoistumista koordinoiva neuvottelukunta, Eurolab-Finland, SESKO ja STM:n asettamat Kliinisen auditoinnin asiantuntijaryhmä, Seulontatyöryhmä, SOTERKO ja Ympäristöherkkyyssverkosto. Asiantuntijat osallistuvat vuosittain useisiin säteilyturvallisuusalan kotimaisiin kokouksiin ja pitävät niissä esitelmiä ja luentoja.

Osallistuminen kotimaisten työryhmien kokouksiin

Vuonna 2015 STUKin edustajat osallistuivat seuraaviin kotimaisten järjestöjen ja työryhmien kokouksiin:

- STM:n säteilylainsäädännön kokonaisuudistuksen alatyöryhmät
- STM:n seulontatyöryhmä ja sen asetusmuutosta valmisteleva alatyöryhmä
- STM:n ympäristöherkkyyssverkosto
- SESKO SK 61 -komitea (kotitaloussähkölaitteiden turvallisuus)
- SESKO SK 106 -komitea (sähkömagneettiset kentät)
- Puolustusvoimien säteilyturvallisuustoimikunta (NIR-asiat)
- Sairaala fyysikoiden erikoistumista koordinoiva neuvottelukunta (säteilysuojeluasiat)

STUKin järjestämät kotimaiset kokoukset

Vuonna 2015 STUK järjesti seuraavat kokoukset:

- Terveysthuollon röntgentoiminnan asiantuntijoiden neuvottelupäivät 13.–14.4.2015 Espoossa
- Pohjoismaisen dosimetriaryhmän kokous, jonka yhteydessä järjestettiin workshopit (TT-dosimetria, betadosimetria) 14.–16.4.2015 Säteilyturvakeskuksessa
- Säteilyhoito fyysikoiden neuvottelupäivät 4.–5.6.2015 Helsingissä
- Teollisuuden 11. säteilyturvallisuuspäivät 7.–8.10.2015 Helsingissä
- Koulutustilaisuus mittaritarkastuksia tekeville henkilöille 3.11.2015 Säteilyturvakeskuksessa
- Säteilyturvallisuus ja laatu isotooppilääketieteessä 10.–11.12.2015 Helsingissä.

Muu kotimainen yhteistyö

STUK teki VALVIRAn kanssa valvontayhteistyötä.

STUKin edustaja toimii Terveysten ja hyvinvoinnin laitoksen (THL) asettaman ja Sosiaali- ja terveysministeriön (STM) rahoittaman Kliinisen auditoinnin asiantuntijaryhmän (KLIARY) jäsenenä ja sihteerinä. KLIARY on pyrkinyt kehittämään nykyistä auditointimenettelyä ja julkaisi vuonna 2015 kolme uutta suositusta koskien terveydenhuollon säteilyn käytön syventäviä auditointeja. Suositukset ja lisätietoja ryhmän toiminnasta on saavissa ryhmän nettisivulta (www.clinicalaudit.net).

9 Viestintä

Vuoden 2015 aikana tuli STUKiin www-sivujen kautta ja puhelimitse runsaasti säteilyyn liittyviä kysymyksiä kansalaisilta, säteilyn käyttäjiltä, tiedotusvälineiltä ja muilta säteilystä kiinnostuneilta tahoilta. Suuri osa kysymyksistä koski ionisoimatonta säteilyä. Tiedotusvälineille annettiin useita haastatteluja ajankohtaisista säteilyaiheista.

UV-säteilyn haitoista viestittiin aktiivisesti. STUK osallistui 9.4.2015 UV-infoon, joka oli jo 13. peräkkäin järjestetty yhteinen UV-tilaisuus STUKin, Syöpäjärjestöt ry:n ja Ilmatieteenlaitoksen kanssa. UV-infon aiheina olivat ihosyöpätilastot, suomalaisten UV-käyttäytyminen ja UV:n materiaalivaikutusten tutkimus. Tapahtumasta julkaistu tiedote sai hyvin medianäkyvyyttä ja paikalla oli paljon toimittajia. NIR-alueen viestintää tehostettiin parantamalla STUKin Internet-sivustolla julkaistuja materiaaleja.

Lehdistötiedotteita ja verkkouutisia laadittiin säteilytoiminnan valvonnassa seuraavin otsikoin:

- Jo yksi askel pois päin kuvattavasta potilaasta vaikuttaa työntekijän säteilyannokseen
- Tieto riskeistä ei vähennä auringonottoa
- Työntekijä altistui röntgensäteilylle
- Ydinenergia- ja säteilylain uudistukset lisäävät STUKin valtuuksia

- Viranomaisvalvonta ja kuluttajansuoja eivät yllä kaukomaiden verkkokauppoihin
- STUK harkitsee MAP Medical Technologies Oy:n toiminnan keskeyttämistä Tikkakoskella
- Sairaaloiden ilmoitukset vaaratilanteista auttavat kehittämään säteilyturvallisuutta
- Hammasröntgenkuvausta ei pidä välttää raskauden vuoksi
- STUK valvoo MAP Medical Technologies Oy:n toimia päästömittausjärjestelmän parantamiseksi
- STUK ja yliopistot yhdistävät voimansa säteilyturvallisuustutkimuksessa
- Turvallinen verkko-ostaminen vaatii valppautta – myös jouluna.

Vuonna 2015 julkaistiin yksi terveydenhuollon sekä kaksi teollisuuden säteilyn käyttäjille suunnattua uutiskirjettä. Uutiskirjeen asema tiedonvälityskanavana pyritään jatkossa vakiinnuttamaan.

Vuonna 2015 aloitettiin kardiologisen säteilyn käytön turvallisuutta koskevan oppaan laadinta kutsumalla koolle työryhmä, jossa on mukana STUKin ulkopuolisia kardiologian asiantuntijoita (kardiologeja, fyysikoita ja röntgenhoitaja). Oppaan on arvioitu valmistuvan vuonna 2016.

10 Mittanormaalitytoiminta

10.1 Yleistä

STUK toimii ionisoivan säteilyn annossuureiden kansallisena mittanormaalitylaboratoriona. STUK pitää yllä kansallisia ja muita mittanormaalityja Suomessa tehtävien säteilymittausten tarkkuuden ja jäljitettävyyden varmistamiseksi. Omien mittanormaalityensa kalibroinneista STUK huolehtii säännöllisin väliajoin Kansainvälisessä paino- ja mittatoimistossa (BIPM) tai muussa primäärilaboratoriossa. Säteilymetrologiaan liittyen STUK osallistuu Metrologian neuvottelukunnan toimintaan ja EURAMET-järjestön (European Association of National Metrology Institutes) toimintaan. STUK on myös mukana kansainvälisessä ekvivalenssisopimuksessa (CIPM-MRA), jonka toteutumisesta Euroopassa EURAMET koordinoi, ja IAEA:n ja WHO:n yhdessä ylläpitämässä sekundäärilaboratorioiden (SSDL) verkostossa.

Mittanormaalitytoiminnasta vastaavat STUKin Dosimetrialaboratorio ionisoivan säteilyn annossuureiden osalta ja Ionisoimattoman säteilyn valvonta -yksikkö ionisoimattoman säteilyn osalta. Ionisoivan säteilyn aktiivisuussuureiden mittanormaalitytoiminnasta vastaa STUKin Ympäristön säteilyvalvonta ja valmius -osasto (VALO).

Mittanormaalityien ylläpito sekä säteilytyslaitteiden ja mittaussuureiden kehitystyö

Säteilytyslaitteistot ja kansalliset mittanormaality ylläpidettiin sädehoidon, säteilysuojelun sekä röntgenkuvantamisen säteilymittarien kalibrointiin. Vuonna 2015 uusittiin mittanormaalitylaboratorion röntgenlaitteiden generaattorit.

Mittari- ja mittaussuureiden vertailut

STUK osallistui kahteen röntgendiagnostiikan potilasannossuureiden EURAMET-kalibrointi-vertailuun. Mittaussuureet olivat ilmakerma, kerman ja pinta-alan tulo sekä tietokonetomografiassa käytettävä kerman ja pituuden tulo. Kummassakin vertailussa STUKin tulokset olivat erinomaiset ja ne tukivat hyvin STUKin kalibrointitoimintaa.

STUK osallistui IAEA/WHO-kalibrointilaboratorioverkoston vuosittaiseen absorboituneen annoksen TLD-dosimetria audit-mittaukseen Co-60-gammasäteilyllä (sädehoidon annostarkkuus) vuonna 2015. STUKin tulos erosi 0,9 % vertailuarvosta ja oli hyvin IAEA:n ja laboratorion toimenpiderajojen sisällä.

11 Palvelut

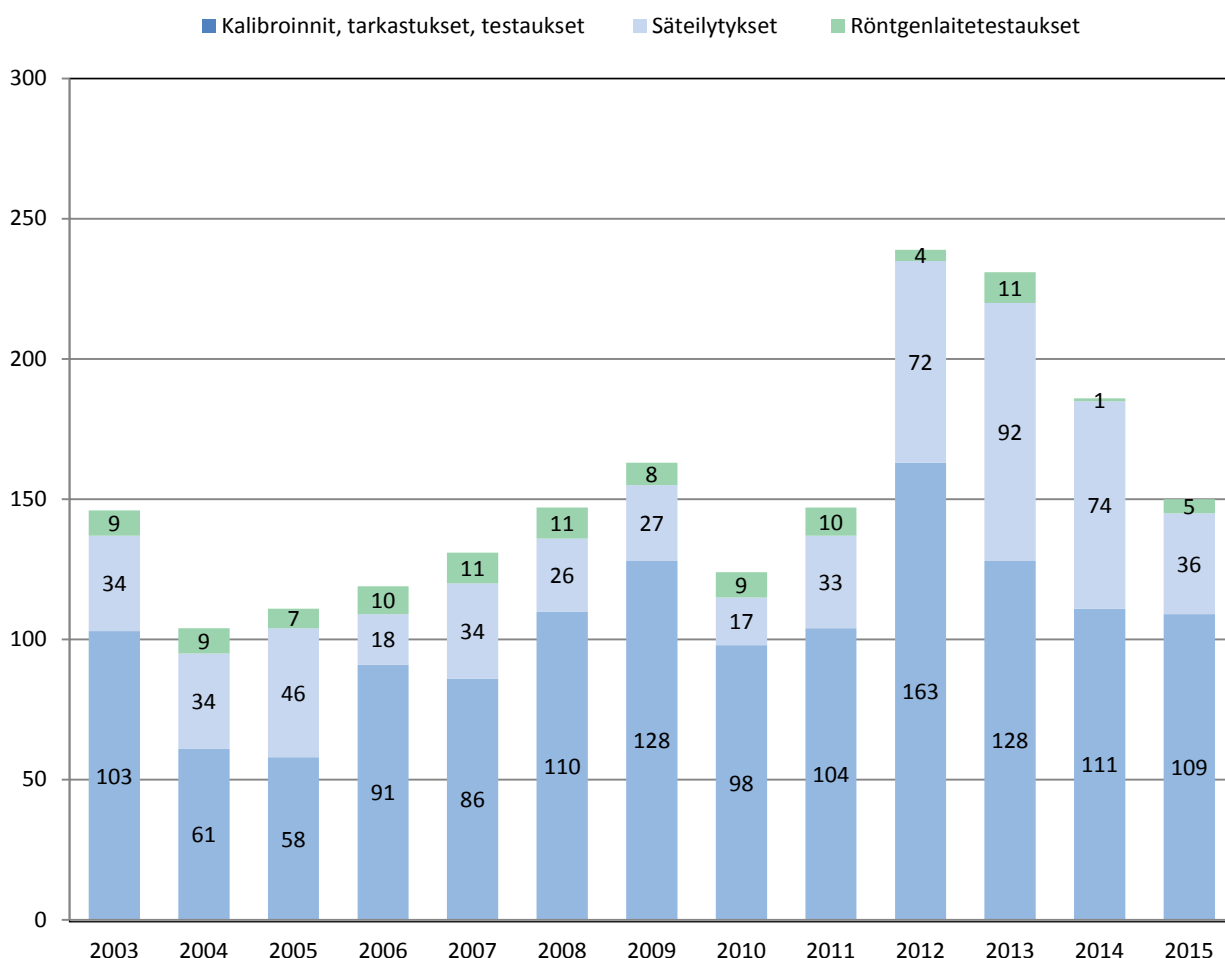
Kalibroinnit, testaukset ja säteilytykset

Dosimetrialaboratorio toteutti säteilymittarien kalibroinnit ja testaukset kysyntää vastaavasti. Säteilymittarien kalibrointi-, tarkastus- ja testautodistuksia annettiin 114 kappaletta ja säteilytystodistuksia 36 kappaletta. Säteilytyseriä oli 612 kappaletta. Kalibroinneista noin 15 % tehtiin STUKin omille mittalaitteille ja näytteille. Kuvassa 9 esitetään STUKissa tehtyjen säteilytysten ja säteilymittarien kalibrointien ja testausten lukumäärien kehitys vuosina 2003–2015.

Ionisoimattoman säteilyn valvonta -yksikkö teki säteilymittarien kalibrointeja ja testauksia yhteensä kaksi kappaletta sekä turvallisuusarviointeja ja säteilymittauksia yhteensä seitsemän kappaletta. NIR-yksikön palvelusuoritteet vuosilta 2006–2015 on esitetty liitteen 1 taulukossa 14.

Muut palvelut

Röntgendiagnostiikan potilasannoslaskentaan suunniteltua PCXMC-tietokoneohjelmaa kehitettiin ja myytiin 63 kappaletta.



Kuva 9. Vuosina 2003–2015 palveluina tehtyjen säteilytystodistusten sekä säteilymittarien kalibrointi-, tarkastus- ja testautodistuksien lukumäärät

LIITE 1**TAULUKOT****Taulukko 1.** Säteilyn käytön turvallisuusluissa mainittujen säteilytoimintojen lukumäärät terveydenhuollon säteilyn käytössä ja eläinlääketieteessä vuoden 2015 lopussa.

Säteilyn käyttö	Toiminnot (kpl)
Röntgentoiminta	305
Röntgentoiminta (eläinlääketiede)	242
Vaativa röntgentoiminta	89
C-kaaritoiminta	82
Suppea röntgentoiminta	1 593
Osastokuvaustoiminta	51
Seulontatoiminta	57
Avolähteiden käyttö	25
Umpilähteiden käyttö	24
Sädehoito	13

Taulukko 2. Säteilylähteiden ja -laitteiden sekä radionuklidilaboratorioiden lukumäärät terveydenhuollon säteilyn käytössä ja eläinlääketieteessä vuoden 2015 lopussa.

Laitteet/lähteet/laboratoriot	Lukumäärä (kpl)
Röntgentutkimuslaitteet (generaattorit)*)	1 575
kiinteät tavanomaiset röntgenlaitteet	496
kuljetettavat läpivalaisulaitteet	262
kuljetettavat tavanomaiset röntgenlaitteet	183
mammografialaitteet, joista	167
• seulontamammografia	87
• tomosynteesi	5
kiinteät läpivalaisulaitteet, joista	108
• angiografia	54
• läpivalaisu	29
• kardioangiografia	40
TT-laitteet, joista	121
• SPECT-TT	33
• PET-TT	15
KKTT-laitteet (muut kuin hammaskuvaus)	11
O-kaarilaitteet	8
hammasröntgenlaitteet (muu kuin tavanomainen hammaskuvaus)	150
• KKTT-laite	82
• panoraamatomografiröntgenlaitteet	91
• intraoraaliröntgenlaitteet	27
luun mineraalipitoisuuden mittausslaitteet	61
muut laitteet	2
Hammasröntgenlaitteet (tavanomaisessa hammasröntgentoiminnassa käytetyt)	5 922
intraoraaliröntgenlaitteet	5 262
panoraamaröntgenlaitteet	660

Sädehoidon laitteet	141
kiihdyttimet	45
röntgenkuvauslaitteet	44
automaattiset jälkilataushoitolaitteet	8
manuaaliset jälkilatauslaitteet	3
röntgenhoitolaitteet	1
hoitolaitteen simulaattorit	16
umpilähteet (tarkistuslähteet)	24
Umpilähteet	275
kalibrointi- ja testauslaitteet	265
vaimennuskorjausyksiköt	6
gamma säteilyttimet	2
muut terveydenhuollon umpilähteet	2
Eläinlääketieteelliset röntgenlaitteet	368
tavanomaiset röntgenlaitteet	281
luun mineraalikelvopaisuuden mittaustlaitteet	0
läpivalaisulaitteet	2
intraoraaliröntgenlaitteet	71
TT-laitteet, joista	10
• SPECT-TT	1
• PET-TT	0
muut laitteet	4
Radionuklidilaboratoriot	36
B-tyyppin laboratoriot	27
C-tyyppin laboratoriot	9
*) Röntgentutkimuslaitteen muodostaa suurjännitegeneraattori, yksi tai useampi röntgenputki sekä yksi tai useampi tutkimusteline.	

Taulukko 3. Säteilytoimintojen lukumäärät teollisuuden, tutkimuksen ja opetuksen säteilyn käytössä vuoden 2015 lopussa.

Säteilyn käyttö	Toiminnot (kpl)
Umpilähteiden käyttö	570
Röntgenlaitteiden käyttö	531
Asennus, koekäyttö ja huolto	174
Radioaktiivisten aineiden tuonti, vienti tai kauppa	116
Avolähteiden käyttö	96
Hiukkaskiihdyttimen käyttö	15

Taulukko 4. Säteilylähteiden ja -laitteiden sekä radionuklidilaboratorioiden lukumäärät teollisuuden, tutkimuksen ja opetuksen säteilyn käytössä vuoden 2015 lopussa.

Laitteet/lähteet/laboratoriot	Lukumäärä (kpl)
Radioaktiivista ainetta sisältävät laitteet	5 911
pintakytkimet	1 907
pinnankorkeusmittarit	1 098
tiheysmittarit	973
kuljetinvälikkeet	621
pintapainomittarit	475
kalibrointi-, testaus- tai opetuslaitteet tai -lähteet	326
kosteus- ja tiiveysmittarit	112
hiukkaspitoisuusmittarit	72
fluoresenssianalysaattorit	52
radiografialaitteet	37
muut laitteet	238

Röntgenlaitteet	1 764
läpivalaisulaitteet	716
diffraktio- ja fluoresenssianalysaattorit	514
radiografialaitteet	381
pintapainomittarit	45
muut röntgenlaitteet	108
Hiukkaskiihdyttimet	26
läpivalaisu	6
tutkimus	14
radioaktiivisten aineiden valmistus	6
Radionuklidilaboratoriot	121
A-typin laboratoriot	7
B-typin laboratoriot	25
C-typin laboratoriot	86
toiminta laboratorion ulkopuolella (merkkiainekokeet teollisuuslaitoksissa)	3

Taulukko 5. Teollisuuden, tutkimuksen ja opetuksen säteilyn käytössä umpilähteissä yleisimmin käytettävät radionuklidit ja niiden lukumäärät vuoden 2015 lopussa.

Radionuklidi	Säteilylähteitä (kpl)
Muut kuin korkea-aktiiviset umpilähteet	
Cs-137	4 056
Co-60	958
Kr-85	313
Am-241 (gammalähteet)	319
Am-241 (AmBe-neutronilähteet)	102
Pm-147	95
Fe-55	107
Ni-63	69
Sr-90	99
Korkea-aktiiviset umpilähteet	
Cs-137	51
Co-60	32
Am-241 (gammalähteet)	9
Ir-192	7
Sr-90	5
Am-241 (AmBe-neutronilähteet)	5

Taulukko 6. Umpilähteiden toimitukset Suomeen ja Suomesta vuonna 2015.

Radionuklidi	Toimitus Suomeen		Toimitus Suomesta	
	Aktiivisuus (GBq)	Lukumäärä (kpl)	Aktiivisuus (GBq)	Lukumäärä (kpl)
Ir-192	41 826	16	2 347	16
Se-75	2 220	1	311	2
Kr-85	1 513	103	829	56
Fe-55	192	37	132	24
Cs-137	139	84	9	15
Pm-147	97	30	56	2
Ni-63	56	150	50	134
I-125	37	*)	- **)	-
Gd-153	8	14	-	-
Sr-90	8	15	6	10
Co-57	6	29	-	-
Am-241 (gamma- ja alfalähteet)	4	18	2	385
Ge-68	4	13	-	-
Co-60	1	5	< 1	1
muut yhteensä ***)	< 1	6	< 1	2
Yhteensä	46 110	521	3 741	647

*) Pienten, sädehoidossa käytettävien I-125-lähteiden tarkka lukumäärä ei ole tiedossa.
 **) Merkintä "-" tarkoittaa, ettei toimituksia Suomesta ole ollut.
 ***) Nuklidit: Po-210, Na-22, Ba-133, ja Pu-238.

Taulukko 7. Radioaktiivisten aineiden (avolähteiden) valmistus Suomessa vuonna 2015.

Radionuklidi	Aktiivisuus (GBq)
F-18	200 729
C-11	19 321
O-15	6 700
Br-82	1 577
muut yhteensä*)	39
Yhteensä	228 366

*) Mm. nuklidit: Cu-64, Au-198, Ru-103 ja Mn-56.

Taulukko 8. Henkilökohtaisessa säteilyaltistuksen seurannassa olevan lentohenkilöstön määrä ja kokonaisannos (efektiivisten annosten summa) vuosina 2011–2015.

Vuosi	Työntekijöiden lukumäärä		Kokonaisannos (Sv)	
	Lentäjät	Matkustamohenkilöstö	Lentäjät	Matkustamohenkilöstö
2011	1 208	2 423	2,85	6,23
2012	1 182	2 419	2,60	5,80
2013	1 184	2 596	2,79	6,02
2014	1 213	2 441	2,74	5,93
2015	1 129*)	2 485*)	2,60*)	5,96*)

*) Yhden lentoyhtiön tiedot puuttuvat.

Taulukko 9. Annostarkkailussa olleiden säteilytyöntekijöiden lukumäärät toimialoittain vuosina 2011–2015.

Vuosi	Työntekijöiden lukumäärä toimialoittain								
	Terveystenhoito		Eläinlääketiede	Teollisuus	Tutkimus ja opetus	Radioaktiivisten aineiden valmistus	Muut ^{*)}	Ydinenergian käyttö ^{**)}	Yhteensä ^{***)}
	Röntgensäteilylle altistuvat	Muille säteilylähteille altistuvat							
2011	4 320	1 050	550	1 209	742	22	79	3 830	11 659
2012	3 989	1 083	582	1 286	720	22	107	3 676	11 341
2013	3 953	1 147	636	1 329	727	20	125	3 715	11 540
2014	3 743	1 243	653	1 257	686	22	143	3 621	11 197
2015	3 631	1 244	664	1 371	649	26	142	3 291	10 800

^{*)} Sisältää toimialat: asennus/huolto/tekninen koekäyttö, kauppa/tuonti/vienti ja palvelut.

^{**)} Suomalaisilla ja ulkomaisilla ydinvoimalaitoksilla työskentelevät suomalaiset sekä suomalaisilla laitoksilla työskentelevät ulkomaiset työntekijät.

^{***)} Tässä sarakeessa tietyllä rivillä oleva luku ei välttämättä ole sama kuin saman rivin muissa sarakeissa olevien lukujen summa, koska terveydenhuollossa on henkilöitä, jotka altistuvat sekä röntgensäteilylle että muille säteilylähteille ja teollisuudessa on henkilöitä, jotka työskentelevät myös ydinenergian käytön parissa.

Taulukko 10. Annostarkkailussa olleiden säteilytyöntekijöiden kokonaisannokset (syväannosten summat) toimialoittain vuosina 2011–2015.

Vuosi	Kokonaisannos (Sv)								
	Terveystenhoito		Eläinlääketiede ^{*)}	Teollisuus	Tutkimus ja opetus	Radioaktiivisten aineiden valmistus	Muut ^{**)}	Ydinenergian käyttö ^{***)}	Yhteensä
	Röntgensäteilylle altistuvat ^{*)}	Muille säteilylähteille altistuvat							
2011	1,33	0,11	0,09	0,13	0,07	0,007	0,001	1,83	3,56
2012	1,33	0,10	0,12	0,16	0,05	0,007	0,001	2,47	4,23
2013	1,24	0,09	0,12	0,14	0,04	0,005	0,002	1,25	2,90
2014	1,29	0,08	0,11	0,16	0,04	0,019	0,007	1,57	3,28
2015	1,27	0,10	0,13	0,18	0,03	0,011	0,003	1,35	3,07

^{*)} Syväannokset ovat yleensä efektiivisen annoksen (riittävän tarkkoja) likiarvoja. Poikkeuksena on röntgensäteilyn käyttö terveydenhuollossa ja eläinlääkinnässä, jossa työntekijät käyttävät henkilökohtaisia säteilysuojaimia ja jossa annos mitataan suojaimen päällä olevalla annosmittarilla. Tällöin efektiivinen annos saadaan jakamalla syväannos tekijällä 10–60.

^{**)} Sisältää toimialat: asennus/huolto/tekninen koekäyttö, kauppa/tuonti/vienti ja palvelut.

^{***)} Suomalaisilla ja ulkomaisilla ydinvoimalaitoksilla työskentelevät suomalaiset sekä suomalaisilla laitoksilla työskentelevät ulkomaiset työntekijät.

Taulukko 11. Eräiden työntekijäryhmien annostietoja (syväannokset) vuodelta 2015.

Työntekijäryhmä	Työntekijöiden lukumäärä	Kokonaisannos (Sv)	Annosten keskiarvo (mSv)		Suurin annos (mSv)
			Kirjauskynnyksen*) ylittäneet työntekijät	Kaikki annostarkkailussa olleet työntekijät	
Kardiologit ja toimenpidekardiologit**)	211	0,65	3,6	3,1	24,7
Toimenpideradiologit**)	33	0,22	8,8	6,7	22,7
Radiologit**)	325	0,20	2,8	0,6	18,1
Erikoislääkärit***) ****)	296	0,06	1,5	0,2	6,4
Sairaanhoitajat**)	1 111	0,05	0,5	0,1	2,2
Röntgenhoitajat (röntgensäteily)**)	1 232	0,04	0,5	0,0	2,3
Röntgenhoitajat (muu kuin röntgensäteily)	571	0,06	0,9	0,1	4,6
Eläintenhoitajat ja avustajat**)	404	0,09	1,0	0,2	5,9
Eläinlääkärit**)	249	0,04	1,2	0,2	5,2
Materiaalitarkastusten tekijät****)	556	0,12	0,7	0,2	6,3
Merkkiainekokeiden tekijät	24	0,05	2,8	2,0	8,3
Ydinvoimalaitoksissa työskentelevät					
• mekaaniset työt ja konekunnossapitotyöt	661	0,47	1,2	0,7	8,1
• siivous	203	0,14	1,2	0,7	7,9
• materiaalitarkastus	182	0,13	1,1	0,7	4,3

*) Kirjauskynnys on 0,1 mSv/kk tai 0,3 mSv/3 kk.

**) Syväannokset ovat yleensä efektiivisen annoksen (riittävän tarkkoja) likiarvoja. Poikkeuksena ovat näiden työntekijäryhmien annokset. Terveystieteiden ja eläinlääkinnän säteilyn käytössä (röntgensäteily) työntekijät käyttävät henkilökohtaisia säteilysuojaimia, ja annos mitataan suojaimen päällä olevalla annosmittarilla. Tällöin efektiivinen annos saadaan jakamalla syväannos tekijällä 10–60.

***) Sisältää mm. kirurgit, urologit, ortopedit, neuroradiologit ja gastroenterologit.

****) Muualla kuin ydinvoimalaitoksissa aiheutunut altistus.

Taulukko 12. Merkittävimmät radioaktiiviset jätteet kansallisessa pienjätevarastossa (31.12.2015).

Radionuklidi	Aktiivisuus (GBq) tai massa
H-3	38 099
Cs-137	2 891
Am-241	2 206
Kr-85	1 714
Pu-238	1 517
Am-241 (Am-Be)	604
Ra-226	235
Sr-90	219
Cm-244	148
Co-60	103
U-238 *)	1 470 kg

*) Köydytetty uraani

Taulukko 13. Ionisoimattomaan säteilyyn liittyvät viranomaissuoritteet vuosina 2006–2015.

Vuosi	Viranomaistarkastukset	Päätökset	Lausunnot	Vaarallisten lasereiden poistot internetkaupoista	Yhteensä
2006	48	1	7		56
2007	64	3	3		70
2008	67	5	6		78
2009	47	2	9	15	73
2010	55	3	9	31	98
2011	56	6	3	42	107
2012	53	0	15	43	111
2013	63	3	11	42	119
2014	53	2	23	41	119
2015	68	1	14	14	97

Taulukko 14. Ionisoimattomaan säteilyyn liittyvät palvelusuoritteet vuosina 2006–2015.

Vuosi	Kalibroinnit ja testaukset	Turvallisuusarvioinnit ja säteilymittaukset	Yhteensä
2006	17	7	24
2007	33	17	50
2008	46	24	70
2009	31	12	43
2010	36	13	49
2011	4	10	14
2012	8	16	24
2013	5	5	10
2014	6	8	14
2015	2	7	9

Taulukko 15. Solariumien käyttöpaikkatarkastukset vuosina 2006–2015. Omien tarkastusten lisäksi vuosina 2012–2015 tehtiin päätöksiä solariumlaitteista kuntien terveystarkastajien tekemien tarkastusten perusteella (lukumäärä suluissa) ja selvitettiin toiminnan vaatimustenmukaisuutta selvityspyynnöillä.

Vuosi	Tarkastusten lukumäärä (kpl)
2006	25
2007	31
2008	26
2009	19
2010	16
2011	7
2012	6 (16)
2013	3 (40)
2014	1 (20)
2015	4 (17)

Taulukko 16. Matkapuhelimien ja muiden langattomien päätelaitteiden SAR-testaukset vuosina 2006–2015.

Vuosi	Testien lukumäärä (kpl)
2006	15
2007	15
2008	10
2009	15
2010	10
2011	5
2012	15
2013	11
2014	10
2015	14

Sähköisestä julkaisuarkistosta Julkarista (Julkari.fi) löytyvät STUKin sarjajulkaisut pdf-muodossa. Julkari toimii myös julkaisurekisterinä. Osasta julkaisuja löytyy siksi vain metatiedot.

Vuonna 2015 valmistuivat seuraavat julkaisut:

STUK:laisten tieteelliset artikkelit

Bly R, Jahnen A, Järvinen H, Olerud H, Vassileva J, Vogiatzi S. Collective effective dose in Europe from x-ray and nuclear medicine procedures. *Radiation Protection Dosimetry* 2015; 165 (1–4): 129–132. doi: 10.1093/rpd/ncv094.

Dabin J, Negri A, Farah J, Ciraj-Bjelac O, Clairand L, De Angelis C, Domienik J, Järvinen H, Kopec R, Maijer M, Malchair F, Novak L, Siiskonen T, Vanhavere F, Trianni A, Knezevic Z. Characterisation of grids of point detectors in maximum skin dose measurement in fluoroscopically-guided interventional procedures. *Physica Medica* 2015; 31: 1112–1117. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejmp.2015.08.006>.

Farah J, Trianni A, Carinou E, Ciraj-Bjelac O, Clairand L, Dabin J, De Angelis C, Domienik J, Järvinen H, Kopec R, Maijer M, Malchair F, Negri A, Novak L, Siiskonen T, Vanhavere F, Knezevic Z. Measurement of maximum skin dose in interventional radiology and cardiology and challenges in the set-up of European alert thresholds. *Radiation Protection Dosimetry* 2015; 164 (1–2): 138–142. <http://dx.doi.org/10.1093/rpd/ncu314>.

Farah J, Trianni A, Ciraj-Bjelac O, Clairand L, De Angelis C, Delle Canne S, Hadid L, Huet C, Järvinen H, Negri A, Novák L, Pinto M, Siiskonen T, Waryn MJ, Knezevic Z. Characterization of XR-RV3 GafChromic® films in standard laboratory and clinical conditions and means to evaluate uncertainties and reduce errors. *Medical Physics* 2015; 42: 4211–4226. <http://dx.doi.org/10.1118/1.4922132>

Hourdakis Costas J, Büermann Ludwig, Ciraj-Bjelac Olivera, Csete Istvan, Delis Harry, Gomola Igor, Persson Linda, Novak Leos, Petkov Ivailo,

Toroi Paula. Comparison of pencil-type ionization chamber calibration results and methods between dosimetry laboratories. *Physica Medica: European Journal of Medical Physics*. Published Online: October 21, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejmp.2015.09.008>.

Hourdakis CJ, Csete I, Daures J, Järvinen H, Mihailescu L-C, Sochor V, Novak L, Pedersen KM, Kosunen A, Toroi P, Denoziere M, Büermann L, Megzifene A, Einarsson G, Ferrari P, dePooter J, Bjerke H, Brodecki M, Cardoso J, Bercea S, Ciraj-Bjelac O, Compel J, Glavič-Cindro D, Ginjaume M, Grindborg J-E. Comparison of air kerma area product and air kerma meter calibrations for X-ray radiation qualities used in diagnostic radiology. Report on the EURAMET project #1177, identified in the BIPM key comparison database (KCDB) as EURAMET RI(I) – S9. *Metrologia* 2015; 52, Tech Suppl. 06024.

Jahnen A, Järvinen H, Olerud H, Vassileva J, Vogiatzi S, Shannoun F, Bly R. Analysis of factors correlating with medical radiological examination frequencies. *Radiation Protection Dosimetry* 2015; 165 (1–4): 133–136. doi: 10.1093/rpd/ncv041.

Kelaranta Anna, Ekholm Marja, Toroi Paula, Kortesiemi Mika. Radiation exposure to foetus and breasts from dental X-ray examinations: effect of lead shields. *Dentomaxillofacial Radiology* 2016; 45. Published Online: October 06, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1259/dmfr.20150095>

Kelaranta A, Kaasalainen T, Seuri R, Toroi P, Kortesiemi M. Fetal radiation dose in computed tomography. *Radiation Protection Dosimetry* 2015; 165 (1–4): 226–230. doi: 10.1093/rpd/ncv097.

Lajunen A. Indication-based diagnostic reference levels for adult CT-examinations in Finland. *Radiation Protection Dosimetry* 2015; 165 (1–4): 95–97. doi: 10.1093/rpd/ncv087.

Pöllänen R, Turunen J, Karhunen T, Peräjärvi K, Siiskonen T, Wirta M, Turunen A. Novel equipment

for in situ alpha spectrometry with good energy resolution. *Health Physics* 2015; 109(6): 601–605. doi: 10.1097/HP.0000000000000360.

Solc J, Dryak P, Moser H, Branger T, Garcia-Torano E, Peyres V, Tzika F, Lutter G, Capogni M, Fazio A, Luca A, Vodenik B, Oliveira C, Saraiva A, Szucs L, Dziel T, Burda O, Arnold D, Martinkovic J, Siiskonen T, Mattila A. Characterisation of a radionuclide specific laboratory detector system for the metallurgical industry by Monte Carlo simulations. *Radiation Physics and Chemistry* 2015; 116: 189–193. <http://dx.doi.org/10.1016/j.radphyschem.2015.01.003>.

Verdun FR, Racine D, Ott JG, Tapiovaara MJ, Toroi P, Bochud FO, Veldkamp VJH, Schegerer A, Bouwman RW, Hernandez Giron I, Marshall N, Edyvean S. Image quality in CT: From physical measurements to model observers. *Physica Medica* 2015; 31: 823–843. doi: 10.1016/j.ejmp.2015.08.007.

STUKin omat sarjajulkaisut

Oikeutus säteilylle altistavissa tutkimuksissa – opas hoitaville lääkäreille. STUK opastaa/ Maaliskuu 2015. Helsinki: Säteilyturvakeskus; 2015.

Sädehoidon riskinarviointi. STUK opastaa/ Kesäkuu 2015. Helsinki: Säteilyturvakeskus; 2015.

Outola Iisa, Klemola Seppo, Venelampi Eija, Markkanen Mika. Rakennusmateriaalien radioaktiivisuus Suomessa. Ympäristön säteilyvalvonnan toimintaohjelma. Ympäristön säteilyvalvonta/ Maaliskuu 2015. Helsinki: Säteilyturvakeskus; 2015.

Pastila Riikka (toim.). Säteilyn käyttö ja muu säteilylle altistava toiminta. Vuosiraportti 2014. STUK-B 189. Helsinki: Säteilyturvakeskus; 2015.

Pastila Riikka (ed.). Radiation practices. Annual report 2014. STUK-B 194. Helsinki: Radiation and Nuclear Safety Authority; 2015.

Järvinen Vilma, Kaivola Mari, Ojanperä Anni, Tala Mika, Tarkkonen Tuula. Kyselytutkimus toiminnanharjoittajille säteilylainsäädännön uudistustarpeista. STUK-B 193. Helsinki: Säteilyturvakeskus; 2015.

STUKin esitteet / Muut julkaisut

Solatie Dina, Kallio Antti, Vaaramaa Kaisa, Venelampi Eija, Kyllönen Jarkko, Roos Per, Nielsen Sven P, Lauri Laura S., Holmstrand Marte Varpen, Mrdakovic Popic Jelena, Pettersson Håkan, Pelkonen Mila, Rasilainen Tiina, Leppänen1 Ari-Pekka. NORM-related Mining in Nordic Countries: Legislation, practices and case studies. NKS-350. NKS-Nordic Nuclear Safety Research, September 2015.

ST-OHJEET

Suomenkieliset

Säteilylaitteiden asennus-, korjaus- ja huoltotyö. Ohje ST 5.8. (25.9.2015).

Laserien säteilyturvallisuus yleisöesityksissä. Ohje ST 9.4 (30.4.2015).

Ruotsinkieliset

Röntgenundersökningar inom hälsovården. Direktiv ST 3.3 (8.12.2014).

Installation, reparation och underhåll av strålningsalstrande apparater. Direktiv ST 5.8 (25.9.2015).

Tillämpning av maximivärdena för strålningsexponering och beräkningsgrunder för stråldosen. Direktiv 7.2 (8.8.2014).

Beräkning av stråldos från intern strålning. Direktiv ST 7.3 (13.6.2014).

Hälsokontroll av arbetstagare i strålningsarbete. Direktiv ST 7.5 (13.6.2014).

Englanninkieliset käännökset

Warning signs for radiation sources. Guide ST 1.3 (9.12.2013).	The dose register and data reporting. Guide ST 7.4 (8.12.2014).
X-ray examinations in health care. Guide ST 3.3 (8.12.2014).	Medical surveillance of occupationally exposed workers. Guide ST 7.5 (13.6.2014).
Application of maximum values for radiation exposure and principles for the calculation of radiation doses. Guide ST 7.2 (8.8.2014).	Radiation safety of laser displays and shows. Guide ST 9.4 (30.4.2015).

LIITE 3

ST-OHJEET. TILANNE 31.3.2016

Yleiset ohjeet

- ST 1.1 Säteilytoiminnan turvallisuus, 23.5.2013
- ST 1.3 Säteilylähteiden varoitusmerkit, 9.12.2013
- ST 1.4 Säteilyn käyttöorganisaatio, 2.11.2011
- ST 1.5 Säteilyn käytön vapauttaminen turvallisuusluvasta, 12.9.2013
- ST 1.6 Säteilyturvallisuus työpaikalla, 10.12.2009
- ST 1.7 Säteilysuojelukoulutus terveydenhuollossa, 10.12.2012
- ST 1.8 Säteilyn käyttöorganisaatiossa toimivien henkilöiden pätevyys ja säteilysuojelukoulutus, 25.1.2016
- ST 1.9 Säteilytoiminta ja säteilymittaukset, 17.3.2008
- ST 1.10 Säteilylähteiden käyttötilojen suunnittelu, 14.7.2011
- ST 1.11 Säteilylähteiden turvajärjestelyt, 9.12.2013

Sädehoito

- ST 2.1 Sädehoidon turvallisuus, 18.4.2011

Lääketieteellinen röntgentutkimus

- ST 3.1 Hammasröntgentutkimukset terveydenhuollossa, 13.6.2014
- ST 3.3 Röntgentutkimukset terveydenhuollossa, 8.12.2014
- ST 3.8 Säteilyturvallisuus mammografiatutkimuksissa, 25.1.2013

Teollisuus, tutkimus, opetus ja kaupallinen toiminta

- ST 5.1 Umpilähteiden ja niitä sisältävien laitteiden säteilyturvallisuus, 7.11.2007
- ST 5.2 Tarkastus- ja analyysiröntgenlaitteiden käyttö, 26.9.2008
- ST 5.3 Ionisoivan säteilyn käyttö fysiikan ja kemian opetuksessa, 4.5.2007
- ST 5.4 Säteilylähteiden kauppa, 19.12.2008
- ST 5.6 Säteilyturvallisuus teollisuusradiografiassa, 9.3.2012
- ST 5.7 Radioaktiivisen jätteen ja käytetyn ydinpolttoaineen siirrot, 6.6.2011

- ST 5.8 Säteilylaitteiden asennus-, korjaus- ja huoltotyö, 25.9.2015

Avolähteet ja radioaktiiviset jätteet

- ST 6.1 Säteilyturvallisuus avolähteiden käytössä, 2.3.2016
- ST 6.2 Avolähteiden käytöstä syntyvät radioaktiiviset jätteet ja päästöt, 3.10.2014
- ST 6.3 Säteilyturvallisuus isotooppilääketeessä, 14.1.2013

Säteilyannokset ja terveystarkkailu

- ST 7.1 Säteilyaltistuksen seuranta, 14.8.2014
- ST 7.2 Säteilyaltistuksen enimmäisarvojen soveltaminen ja säteilyannoksen laskemisperusteet, 8.8.2014
- ST 7.3 Sisäisestä säteilystä aiheutuvan annoksen laskeminen, 13.6.2014
- ST 7.4 Annosrekisteri ja tietojen ilmoittaminen, 8.12.2014
- ST 7.5 Säteilytyötä tekevien työntekijöiden terveystarkkailu, 13.6.2014

Eläinlääketiede

- ST 8.1 Säteilyturvallisuus eläinröntgentutkimuksissa, 20.3.2012

Ionisoimaton säteily

- ST 9.1 Solariumlaitteiden säteilyturvallisuusvaatimukset ja valvonta, 1.7.2013
- ST 9.2 Pulssitutkien säteilyturvallisuus, 2.9.2003
- ST 9.3 ULA- ja TV-asemien mastotöiden säteilyturvallisuus, 2.9.2003
- ST 9.4 Laserien säteilyturvallisuus yleisöesityksissä, 30.4.2015

Luonnonsäteily

- ST 12.1 Säteilyturvallisuus luonnonsäteilylle altistavassa toiminnassa, 2.2.2011
- ST 12.2 Rakennusmateriaalien ja tuhkan radioaktiivisuus, 17.12.2010
- ST 12.4 Säteilyturvallisuus lentotoiminnassa, 1.11.2013

STUK-B sarjan julkaisuja

STUK-B 202 Pastila R (toim.). Säteilyn käyttö ja muu säteilylle altistava toiminta. Vuosiraportti 2015.

STUK-B 201 Kainulainen E (toim.). Ydinenergian käytön turvallisuusvalvonta. Vuosiraportti 2015.

STUK-B 200 Okko O (ed.). Implementing nuclear non-proliferation in Finland. Regulatory control, international cooperation and the Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty. Annual report 2015.

STUK-B 199 Julin S (toim.). Varautuminen säteilytilanteisiin ja poikkeavat tapahtumat. Kolmannesvuosiraportti 3/2015.

STUK-B 198 Julin S (toim.). Varautuminen säteilytilanteisiin ja poikkeavat tapahtumat. Kolmannesvuosiraportti 2/2015.

STUK-B 197 STUK's review on the construction license stage post closure safety case of the spent nuclear fuel disposal in Olkiluoto.

STUK-B 196 STUK's statement and safety assessment on the construction of the Olkiluoto encapsulation plant and disposal facility for spent nuclear fuel.

STUK-B 195 Säteilyturvakeskuksen lausunto ja turvallisuusarvio Olkiluodon käytetyn ydinpoltoaineen kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen rakentamisesta.

STUK-B 194 Pastila R (ed.). Radiation practices. Annual report 2014.

STUK-B 193 Järvinen V, Kaivola M, Ojanperä A, Tala M, Tarkkonen T. Kyselytutkimus toiminnanharjoittajille säteilylainsäädännön uudistustarpeista.

STUK-B 192 Julin S (toim.). Varautuminen säteilytilanteisiin ja poikkeavat tapahtumat. Kolmannesvuosiraportti 1/2015

STUK-B 191 Kainulainen E (ed.). Regulatory oversight of nuclear safety in Finland. Annual report 2014.

STUK-B 190 Vesterbacka P (toim.). Ympäristön säteilyvalvonta Suomessa. Vuosiraportti 2014. – Strålningsövervakning av miljön i Finland. Årsrapport 2014. – Surveillance of Environmental Radiation in Finland. Annual Report 2014.

STUK-B 189 Pastila R (toim.). Säteilyn käyttö ja muu säteilylle altistava toiminta. Vuosiraportti 2014.

STUK-B 188 Julin S (toim.). Varautuminen säteilytilanteisiin ja poikkeavat tapahtumat. Kolmannesvuosiraportti 3/2014.

STUK-B 187 Kainulainen E (toim.). Ydinenergian käytön turvallisuusvalvonta. Vuosiraportti 2014.

STUK-B 186 Okko O (ed.). Implementing nuclear non-proliferation in Finland. Regulatory control, international cooperation and the Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty. Annual report 2014.

STUK-B 185 Kainulainen E (toim.). Ydinturvallisuus. Neljännesvuosiraportti 4/2014.

STUK-B 184 Kainulainen E (toim.). Ydinturvallisuus. Neljännesvuosiraportti 3/2014.

STUK-B 183 Pirinen M (toim.). Seulontamammografiatoiminta Suomessa vuonna 2013

STUK-B 182 Klemettilä E (toim.). Varautuminen säteilytilanteisiin ja poikkeavat tapahtumat. Kolmannesvuosiraportti 2/2014.

STUK-B 181 Kainulainen E (toim.). Ydinturvallisuus. Neljännesvuosiraportti 2/2014.

STUK-B-raportit STUKin verkkosivuilla:
www.stuk.fi/julkaisut/valvontaraportit